

**Über armierte Hülsenkronen,  
ihre Formen und Herstellungsarten,  
nebst einer Untersuchung über Haft-  
und Deckmittel für die Verblendung**

Armin Frank

1961







AUS DER PROTHETISCHEN ABTEILUNG

Vorstand: Prof. Dr. H. van Thiel

DER KLINIK FÜR ZAHN-, MUND- UND KIEFERKRANKHEITEN  
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Prof. Dr. Dr. J. Heiss

---

**Über armierte Hülsenkronen,  
ihre Formen und Herstellungsarten,  
nebst einer Untersuchung über Haft-  
und Deckmittel für die Verblendung**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde  
verfaßt und

einer Hohen Medizinischen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

**Armin Frank**

aus Geiselhöring (Ndb)

München 1961

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Referent: Professor Dr. H. van THIEL

Dekan: Professor Dr. W. SEITZ

Tag der mündlichen Prüfung: 24.10.1961



# INHALTSVERZEICHNIS

## I. TEIL

### VERZEICHNIS DER VERFAHREN UND VERFAHRENSSTREIFEN

Einleitung

Verfahrensverzeichnis

MEINEN LIEBEN ELTERN

IN DANKBARKEIT GEWIDMET

1. Einleitung

2. Einleitung

Verfahrensverzeichnis der Verfahrensverfahren

Verfahrensverzeichnis der Verfahrensverfahren

Verfahrensverzeichnis

a) Verfahren

b) Verfahren

c) Verfahren

d) Verfahren und Verfahren

e) Zug von Verfahren und Verfahren

f) Verfahren und Verfahren

g) Verfahren

h) Verfahren

i) Verfahren und Verfahren

j) Verfahren und Verfahren

k) Verfahren und Verfahren

Verfahrensverzeichnis der Verfahren

Verfahrensverzeichnis

## II. TEIL

### VERZEICHNIS DER VERFAHREN UND VERFAHRENSSTREIFEN

Verfahrensverzeichnis

Verfahrensverzeichnis

Verfahrensverzeichnis der Verfahren



# INHALTSVERZEICHNIS

## I. TEIL

### GESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG DER VERBLENDKRONEN

- C) Emailkronen
- D) Porzellanverblendkronen
  - 1. Kronen mit aufgebrannter Porzellanblende
  - 2. Kronen mit aufzementierter Porzellanblende
- E) Verblendkronen mit Kunststoffblende
- F) Untersuchungen einiger Verblendkronentypen
- G) Verblendmaterialien
  - a) Porzellan
  - b) Kunststoff
    - I) Indikation
    - II) Abrasions- und Kantenschutz
    - III) Zug-Kompressions- und Biegebeanspruchung
    - IV) Chemische Widerstandsfähigkeit
    - V) Farbveränderungen
    - VI) Gewebefreundlichkeit
    - VII) Verhalten des Kunststoffes gegenüber Metallen
    - VIII) Verarbeitungsmethoden des Kunststoffes
    - IX) Kosmetischer Effekt
- H) Kritische Bemerkungen zur Verblendkrone
- I) Fingerhutkronen

## II. TEIL

### LITERATURANGABE ÜBER DIE FOLGENDEN VERSUCHE

- A) Metallgerüst
- B) Isolierung
- C) Abdeckung des Kunststoffes von der Metallunterlage

## EIGENE VERSUCHE AM PHANTOM

- 1) Modellierung des Metallgerüsts
- 2) Verblendmaterialien
- 3) Haftfähigkeit der Verblendung
- 4) Schichtdicke des Befestigungsmaterials der Blende
- 5) Abdeckung der Metallunterlage
- 6) Isolierung der Gips-hohlform

## III. TEIL

### EIGENE VERSUCHE AM PATIENTEN

## I. TEIL

### GESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG DER VERBLENDKRONEN

#### A. EMAILKRONEN

Die ersten Versuche, den Zahnersatz im Frontzahngebiet mit einer zahnfarbenen Schicht zu überdecken, stammen, wie Rank berichtet, nicht etwa aus neuerer Zeit, sondern reichen zurück bis ins 18. Jahrhundert. Solange man von einer Prothetik in der Zahnheilkunde sprechen kann, solange besteht auch die Absicht einer Verblendung der sichtbaren Ersatzteile. Bereits 1728 hat Fauchard Goldblättchen auf seine Gebisse aus Elfenbein oder Knochen gearbeitet, die er dann vom Emailleur mit Email überziehen ließ und so mit Schrauben und Nieten am Ersatz befestigte. Auch bei den Goldkronen, die Mouton 1746 veröffentlicht und als seine Erfindung angegeben hat, erkannte man schon das Bestreben, sie auf der sichtbaren Seite zu emaillieren. Ob und wie weit er es selber ausgeführt hat, ist aus den Überlieferungen nicht zu ersehen. Mit der Verbesserung der Brückenarbeiten ist aber auch nach dem Bericht von Rank das Verlangen nach einer Frontemailschicht bei Kronen immer größer geworden. 1820 versuchte Delabarre emaillierte Platingebisse herzustellen, jedoch mit ungenügendem Erfolg. D. C. Allen empfahl in die Krone Goldstifte mit Juwelier-Email zu fixieren. Diese Versuche schlugen aber fehl. 1901 erfand Cournant die Mantelkrone und das emaillierte Zahnfleisch, welches nachher der Pariser Coutif vervollständigte. Er (Coutif) verfertigte zweierlei Kronen mit Porzellanfront und zwar auf einzelne Zähne eine nicht entfernbare, fixe Emailbedeckung und für Brücken eine austauschbare Porzellanbedeckung, während der Leipziger Urban Email auf Gußkronen auftrug und der Canadier Benson es in einen Rahmen brannte. 1808 führte Frondizi die erste Emaillierung mit Krampons aus. Auch an der Wiener Stomatologischen Klinik wurden Versuche mit der Emaillierung von Goldkronen unternommen, die aber, wie Mathé bestätigt, erfolglos geblieben sind. Der Budapester Zahntechniker Seelinger versuchte es mit Juwelier-Email, das er auf die angeraute labiale Fläche einer zweiundzwanzigkarätigen Goldkrone brannte. Es handelte sich hier um ein bei 700 bis 800 Grad C. schmelzendes Email, welches aber bezüglich Farbe und Festigkeit die Probe nicht bestand, da die dünn geschliffene Facette das Zement durchscheinen ließ. 1933 veröffentlichte Mathé die Hejcmann-Krone, eine zweiteilige gelötete Goldkrone, deren labiale Fläche als Emailträger aus einer speziellen, bei über 1000 Grad C. schmelzenden Edelmetall-Legierung, die hart und spröde sein muß, besteht und deren Dehnungskoeffizient in der Hitze mit dem des aufzuschmelzenden Emails genau übereinstimmte. Die Zungenfläche der Metallkrone besteht aus zweiundzwanzigkarätigem Gold, dessen Schmiegsamkeit und Plastizität es ermöglicht, daß die linguale und okklusale Fläche sich nach der Artikulation während der Kaubewegungen formt, ohne

daß die emaillierte labiale Fläche unter Spannung gerät. Diese Krone wird auf folgende Weise hergestellt:

Bei der Präparation wird von der labialen Fläche des Zahnes mehr weggenommen, als bei der Präparation für eine Vollkrone. Vor der Emaillierung wird aus der Oberfläche des 0,5 bis 0,6 mm starken emailtragenden Teiles eine 0,2 bis 0,3 mm starke Schicht ausgraviert und mit einem kleinen Stein ausgeschliffen und darauf die Emailsicht, die 0,3 mm stark sein soll, gebrannt. Mathé ist der Meinung, daß diese Krone alle statischen und physikalischen Eigenschaften, die von einer Vollkrone gefordert werden, aufweise, aber ohne deren kosmetischen Nachteil. Als nachteilig empfindet er, daß die Farbe des Emails nur annähernd, aber nicht vollkommen den transparenten Schein und Farbton des natürlichen Zahnes erreicht. Email kann aber bei falscher Färbung mit Fluorsäure vom Gold abgelöst werden, ohne Beschädigung der übrigen Teile und neu aufgebrannt werden. Risse im Email sollen nach den Angaben von Mathé nur sehr selten auftreten. Er hält sie praktisch überall für anwendbar, auch bei lingual verlagerten Zähnen und auch noch bei Füllen, wo jede andere Art eines kosmetischen Ersatzes kontraindiziert ist; ferner weist er darauf hin, daß Email auch vom Zahnfleisch ohne Reaktion gut getragen wird. Eine Untersuchung von Mathé hatte folgendes Ergebnis:

Die Hejmann - Kronen besitzen große Festigkeit gegen Druck und große Widerstandsfähigkeit gegen thermische und chemische Einwirkungen. Er fertigte auch Schnitte an und stellte fest, daß auch bei 40 bis 50-facher Vergrößerung keine Sprünge zu sehen waren. Email war mit Gold sozusagen vereinigt. Gute Erfahrungen hatte Mathé auch mit unteren Prämolaren-Kronen, deren bukkale und okklusale Fläche emailliert war. Das kosmetische Ergebnis war gut. Für kontraindiziert hält er diese Krone bei konvergierenden und divergierenden Brückenpfeilern, da hier beim Einzementieren Spannungen auftreten können.

Schnur ist der Ansicht, daß der Schmelzpunkt des Emails so liegen müsse, daß dabei auch die Metalloberfläche zu schmelzen beginnt, um eine innige Verbindung (Oberflächendiffusion) zu erzielen. Das Platingold läuft nämlich beim Brennen an, nur nicht auf der emaillierten Schicht. Würde keine Oberflächenverbindung stattfinden, dann würde das Platingold auch an dieser Stelle anlaufen. Man muß auch darauf achten, daß die Krone nicht unter Spannung gerät, was besonders beim Einzementieren der Fall sein kann, da das Email sonst abspringt. Nach Schnur ist auch ein Nachteil, daß bukkal und approximal mehr Zahnschubstanz geopfert werden muß und daß die Transparenz des Emails geringer ist, als die Transparenz der gebräuchlichen künstlichen Zähne. Ein Vorsprung ist, daß die Devitalisation vermieden wird. Einen besonderen Indikationsbereich stellt nach seiner Auffassung die Emaillierung von Brückenpfeilern dar. Schlamp und Jesensky betonen, daß die Hejmann - Krone zwar stabil sei, das Email aber kein lebhaftes Farbenspiel und nicht die nötige Transparenz wie der natürliche Zahn oder das gebrannte Porzellan aufweise und deshalb vom kosmetischen Standpunkt aus als Zahnersatz unbrauchbar sei. Drum berichtet, daß bei der Kombination von Gold und Email viele Mißerfolge auftraten und die Emailmassen daher abgelehnt wurden. Auch

Philipp war mit den Hejcmann - Kronen, die er eingesetzt hatte, in kosmetischer Hinsicht nicht zufrieden, denn es fehlte auch hier der lebendige Glanz und die natürliche Transparenz. Als weiteren Nachteil bezeichnet er, daß die Schicht in so dünner Lage ganz außerordentlich empfindlich sei und daß bei unvorsichtiger Handhabung, etwa beim Einsetzen, leicht feine Risse entstehen können, die meistens zunächst unsichtbar bleiben, sich aber nach Jahren im Gebrauch schließlich als entstellende dunklere Linien unangenehm bemerkbar machen. Dieses Ziel hält er also mit Email und niedrig schmelzendem Porzellan für unerreichbar, für erreichbar dagegen mit hoch schmelzendem Porzellan. Pohl stellt ebenfalls diese Nachteile heraus, erkennt aber den Vorteil der Vitalerhaltung der Pulpa an.

## B. PORZELLANVERBLENDKRONEN

### 1. Kronen mit aufgebrannter Porzellanblende

Das Porzellan und sein Gebrauch war, nach den Ausführungen von Rank schon in jener Zeit bekannt, als Fauchard seine Emaillierungsversuche unternahm. Die Porzellanfabrik in Meißen ist bereits 1710 gegründet worden, die von Sévres 1740 in Vincennes und erst später (1756) nach Sévres verlegt worden. Allerdings spielten diese Porzellanfabriken nur eine Rolle, wenn es sich um Hartporzellan handelte. Niedrig fließendes Porzellan stellten auch andere Keramiker her, die Fauchard für seinen Zweck beschäftigt haben wird. Aus dieser Fauchard'schen Idee bzw. der Idee seiner Zeit, entwickelte sich über Duchâteau, de Chemant und Fonzi der Porzellan-zahn mit Platinstiften, wie wir ihn heute noch in der Technik benötigen. Das Verlangen nach einer weißen Fläche bei den vorderen Zähnen wurde jedoch, wie Rank schreibt, immer größer und so entstanden aus diesen Überlegungen heraus die Fensterkrone, die Halbkronen und auch die Facettenkrone. Diese Richtung, nämlich Porzellan in die Vollkrone hineinzusetzen (Facettenkrone), ist ganz besonders in Amerika aber später auch bei uns sehr gepflegt worden, was die vielen Konstruktionen auf diesem Gebiet beweisen dürften. Man kann sogar sagen, daß die Facettenkrone eine Zeit lang im Kampfe mit dem Stifzahn gestanden hat und ihm die Rangordnung streitig machen wollte. So ist es schon 1862 bei Wood unklar ausgedrückt, ob er mehr "enamelled caps" oder Stifzkronen bevorzugte. In den Arbeiten von Webb aus dem Jahre 1872 sehen wir getreulich nebeneinander für denselben Zahn die Befestigung eines Stifzahnes und ebenfalls die Befestigung in Form einer Facettenkrone, die ja immer das verlockende Ziel an sich hat, den Rest des eigenen Zahnes noch für den Halt der Krone zu verwenden. 1849 gelang es J. Allen eine Porzellanmasse herzustellen, aber die Herstellung solcher Arbeiten war mit großen Schwierigkeiten verbunden. Seither wurden noch verschiedene Porzellanmassen angegeben, die aber alle einen zu ho-

hen Schmelzpunkt (1050 bis 1200 Grad Celsius) hatten. Erst 1890, nachdem man, wie Rank berichtet, den ausgezeichneten Halt einer Vollkrone richtig erkannt hatte, hat sich auch die Facettenkrone mehr selbständig gemacht. Wahrscheinlich ist Stantons Einfluß dabei maßgebend gewesen, der darauf aufmerksam gemacht hatte, welche Vorteile eine frei schwebende Brücke hat und von welcher großer Bedeutung hier gerade das statische Moment der Vollkrone ist. Logischer Weise mußte nun der nächste Schritt sein, auch noch ein weißes Fenster in diese Krone hineinzuarbeiten, aber so, daß man den guten Halt nicht aufzugeben brauchte und daß man das Leben der Pulpa erhalten konnte. Der vorhandene Raum für eine Facette ist bei der Vollkrone mehr oder weniger beschränkt, je nach dem, ob der Zahn noch seine Pulpa hat oder nicht. So ist es auch erklärlich, daß die Entwicklung der Facettenkrone zwei verschiedene Wege ging.

Der eine wollte sein Ziel in jedem Falle erreichen, auch beim Zahn mit lebender Pulpa und mußte deswegen darauf hinaus, die Facette so dünn wie möglich zu machen, was nur dadurch erreicht werden konnte, daß man das Porzellan direkt in die Krone hineinbrannte. Solche Kronen sind viele von amerikanischen Kollegen mit großem Geschick hergestellt worden. Sie hatten ein bestechendes Aussehen und waren in entsprechenden Ausnahmefällen als Einzelkronen sehr angebracht, besonders wenn der Kaudruck mehr von den beiden Nachbarzähnen übernommen wurde. Insbesondere waren es Drum, Hildebrandt und Swann, die Porzellan auf Platinkronen aufzubrennen versuchten. Drum beschrieb die Drum - Krone, bei der eine Platinhülle auf den Stumpf gearbeitet wird, die ringsum mit kästchenartigen Vertiefungen versehen ist, deren Zweck sein soll, die Schulter am Zahnhals durch zahlreiche kleine Schultern in der Platinhülle zu ersetzen. Auch Ehrlicke verwendet die Platiniridiumkappe mit aufgebranntem Porzellan wie sie Swann angegeben hat. Diese Methode von Drum, Hildebrandt und Swann wurde von den Ungarn Földvári und Huszár als sehr dauerhaft bezeichnet. Gonon und Lakermance haben vorgeschlagen, Porzellankronen und Brücken durch eingelegte Platindrähte zu verstärken. Es wurde jedoch nachgewiesen, daß dieses Armierungsprinzip (Eisenbeton) nicht auf Platin und Porzellan anwendbar ist. Für Brückenarbeiten hatte besonders die Vitazahnfabrik eine Platin-Porzellan-Kombination entwickelt. Das Platingerüst wurde nicht gegossen, sondern aus Halbfabrikaten durch Kaltverformung und Lötung hergestellt. Darauf wurden eine opake Grundmasse und eine zahnfarbene keramische Masse aufgebrannt. Philipp hat 1936 eine neue Goldkrone mit Porzellanfront angegeben, an die er folgende Anforderungen stellt:

- 1.) Die Krone soll die Möglichkeit bieten, andere lebende Zähne zu überdecken.
- 2.) Die Krone soll bis auf die Front aus Metall bestehen.
- 3.) Die Front soll aus Hartporzellan sein.

Philipp präpariert im allgemeinen keine zirkuläre, sondern nur eine labiale Stufe. Wölbt sich das Zahnfleisch wulstartig vor, verzichtet er ganz auf die Stufe. Approximal legt er nur eine Stufe an, wenn sehr viel geschliffen werden muß, oder wenn die Belastung abnormal groß ist, außerdem bei tiefem, scharfem Überbiß und

wenn die Krone ein Brückenanker werden soll. Dann wird ein Ring angefertigt, der sich bei der Stufe in die Schulter hineinlegt. Labial und lingual ist er nur ein mm breit, approximal reicht er fast herauf bis zur Schneidekante; er hat also die Form einer Bischofsmütze. Es wird nun eine Haube aus Platingoldfolie hergestellt, die approximal und lingual die Flächen nur zu zwei Drittel bedeckt und das zervicale Drittel frei läßt. Dann wird diese Haube abgenommen und eine zweite Haube aus Gittergewebe von 0,17 mm Stärke angefertigt, die ringsum über den Goldring greift und sich der Zahnfleischlinie anpaßt. Anschließend wird eine Facette ausgeschliffen (0,8 bis 1,0 mm stark) und zwar so, daß die Flügel derselben seitlich möglichst weit hineinragen, um einen besseren kosmetischen Effekt zu erzielen. Daraufhin werden Ring, Platinfolie und Gitter aufgesetzt, die Facette wird geschliffen und festgewachst. Lingual und approximal, wo kein Porzellan ist, wird Gußwachs aufgetragen, das aber nicht über den Facettenrand reichen soll. Durch Guß werden nun Ring, Folie und Gitter miteinander verbunden und schließlich wird die Facette auf das Gitter aufgebrannt. Als Hartporzellan empfiehlt der Verfasser die Schröder-Facette. Hier handelt es sich also um eine andere Art der Porzellantechnik, nämlich um die sogenannte Schalenkeramik, die zweifellos den Vorteil hat, daß man sich die in der Farbe passende Porzellanfacette aussuchen kann und beim Brennen hinsichtlich der Farbgebung keine Schwierigkeiten mehr hat. Ein Nachteil ist vielleicht, daß man sich an die Form der Facette halten muß und diese nicht mehr frei modellieren kann. Philipp behauptet von diesem Verfahren, daß beide Materialien (Edelmetall und Porzellan) so fest zusammenschweißen, daß eine mechanische Trennung nicht mehr möglich ist. In der Transparenz soll diese Krone der Jacket-Krone gleichkommen, bezüglich der Haltbarkeit diese durch den Metallrücken übertreffen. Als Vorteile nennt er:

- 1.)
  - a) Sie umfaßt im Gegensatz zur Halb- und Dreiviertel-Krone den ganzen Zahn und bedingt dadurch:
  - b) größeren Schutz des Zahnes,
  - c) größeren Halt und
  - d) kann über jeden Zahn gesetzt werden.
- 2.)
  - a) Gegenüber der Krone mit Stiftverankerung ist hier eine Devitalisation unnötig.
  - b) Bei devitalisierten Zähnen ist nicht unbedingt ein Stiftaufbau nötig; wenn er nötig sein sollte, genügt das Einzementieren eines dünnen Stahlstiftes.
- 3.) Gegenüber Jacket-Kronen:
  - a) Schonung der Zahnschubstanz, da das Metall nicht so dick sein muß, besonders lingual und an der Schneidekante.
  - b) Im Notfall ist nachträglich eine Wurzelbehandlung möglich, da das Gold leicht durchzubohren ist.
  - c) Sie ist ohne weiteres als Brückenanker zu verwenden. Sie besitzt gute Haltbarkeit und Widerstandskraft gegenüber dem Kaudruck und ist ferner relativ leicht herzustellen.

Schlammpp dagegen ist der Meinung, diese Krone wäre nicht einfach herzustellen und habe noch den Nachteil, daß zu ihrer Herstellung ein Brennofen und hochwertige Spezialgoldlegierungen nötig wären.

Einen weiteren Versuch, Porzellan auf Platin aufzubrennen und zwar ohne Anwendung der Schalenkeramik, unternahm Faesch, der 1936 seine armierte Porzellankrone veröffentlichte. Er stellt den Kronenring aus Platin-Iridium her. Schwierigkeiten bereitet hier das Lötten mit Platinlot, wozu ein Sauerstoffgerät notwendig ist. Nach dem Lötten wird der Ring an den Stumpf angepaßt, der zwar ohne Stufe präpariert ist, von dem aber okklusal und approximal etwas mehr als für eine Vollkrone weggeschliffen wird. Der Rand des Ringes wird eingekerbt und die Zacken werden gegen die Okklusalfäche hin umgebogen. Die okklusale Fläche des Stumpfmodelles wird mit Platinfolie bedeckt und zwar etwas über den Stumpf herunter. Anschließend wird der Ring gesäubert und Porzellan aufgetragen. Zuerst wird das Metall mit Semi-Opaque SS White-Porzellan überzogen, worauf der erste Brand folgt. Anschließend wird die Krone aufgebaut, indem halb Semi-Opaque und halb die gewählten Farben aufgetragen werden; darauf folgt der zweite Brand und nach diesem die volle Konturenherstellung mit ausschließlich normalem SS White-Porzellan; danach wird die Krone wieder gebrannt. Nun kann noch eine letzte Korrektur und evtl. eine Einprobe im Mund vorgenommen werden, bevor schließlich der Schlußbrand erfolgt. Diese Krone hat nach Ansicht des Autors folgende Vorteile:

- 1.) Sie ist kosmetisch und hygienisch einwandfrei.
- 2.) Sie wird vom Zahnfleisch gut getragen und verursacht keine Resorption.
- 3.) Sie ist sehr leicht rein zu halten.
- 4.) Sie unterliegt keiner Abnutzung.
- 5.) Sie gestattet eine leichtere Präparation.
- 6.) Sie besitzt eine große Widerstandsfähigkeit.

Als Indikation gibt sie Faesch für alle Prämolaren und Molaren an, die sonst für eine Gold- oder Mantelkrone in Betracht kommen. Für kontraindiziert hält er diese Krone bei sehr kurzen Zahnkronen, weil hier okklusal nicht genügend Platz bleibt, um die Porzellankaufäche genügend stark auszubilden.

Noch im selben Jahr gab Faesch einige Verbesserungen und Vereinfachungen der Technik der armierten Porzellankrone an. Um das Lötten zu sparen, ließ er einen Satz nahtloser Platinringe herstellen, sodaß man den passenden Ring aussuchen und dem konischen Stumpf anpassen kann. 1938 brachte derselbe Autor eine drahtnetzarmierte Porzellankrone heraus, wobei er ein Platin-Iridium-Drahtnetz verwendete, um das Porzellan gut im Platingerüst, das 0,12 mm oder stärker sein sollte, zu verankern. Auf dem Modellstumpf wird eine Rein-Platinfolie aufprobiert, um zu verhüten, daß beim Brennen Porzellan durch die Drahtnetzmaschen tritt, da sonst der genaue Sitz der Krone gefährdet würde. Diese Folie wird nach dem Brennen nicht entfernt. Nach dem Anpassen der Folie wird das Drahtnetz aufgepaßt, wie ein Kronenring und dann mit Platinlot, das einen Schmelzpunkt von 1500 Grad hat, verlötet. Da dieses Lötten oder das Punktschweißverfahren, das noch besser wäre, be-

sondere Einrichtungen verlangt, verwendet man wohl am besten Drahtnetzkläppchen. Ist der Ring fertig, erfolgt das Anpassen der okklusalen Fläche mit dem überstehenden Rand des Ringes; auch der Gingivalrand wird angepaßt, während das Netz schon vorher durch Umbiegen der vertikalen Drähte gesichert wird. Dann wird das Netz im Stanzapparat genau angepaßt und die gestanzte Kappe mit der Folie verbunden. Anschließend werden alle fettigen Substanzen mit Chloroform oder Äther entfernt, da sonst keine Verbindung eintreten würde. Das Porzellan wird so aufgetragen, daß es in die Maschen eindringt - was durch Riffeln erfolgt - und gut kondensiert. Der Vorteil ist, daß das Porzellan nicht mehr vom Drahtnetz zu entfernen ist, was sich aber auch nachteilig auswirken kann, wenn die Farbe nicht stimmt; in diesem Falle wäre dann eine neue Kappe nötig.

Die Vielzahl von Konstruktionen, die auf dem Gebiet der Verblendkronen veröffentlicht wurden, beweist, daß noch keine Ideallösung gefunden werden konnte. Da jedoch der Wunsch nach Kosmetik im sichtbaren Zahnbereich immer größer wurde, erdachte man in neuerer Zeit wieder einige Verfahren, um dieses Problem zu lösen. Auf dem Sektor des Anbrennens von Porzellan auf Edelmetalle wurden ebenfalls neue Verfahren entwickelt. So veröffentlichte Brecker 1957 eine Porzellanverblendkrone. Die Präparation erfolgt mit Stufe wie bei einer Jacketkrone, um das Parodontium zu schonen. Für die Verbindung des Porzellans mit dem Metall wird ein Hilfsmittel benötigt. Dies ist eine Cadmiumverbindung, die auf die zu verblendenden Teile aufgepinselt und bei 1000 Grad Celsius getrocknet wird. Auf diese Schicht wird eine opake Porzellanmasse aufgebrannt, die mit der Unterlage eine chemische Verbindung eingeht und damit nahezu unlösbar mit dem Metall verbunden ist. Auf diese Unterlage wird dann das weitere Porzellan aufgebrannt, entsprechend den bekannten Methoden der Keramik. Angewendet soll sie besonders im Frontzahngebiet werden, vor allem als Brückenanker. Der gingivale Metallrand kann auch weggelassen und durch Porzellan ersetzt werden. Im Seitenzahnbereich kann eine Vollporzellanschicht über einen Metallstumpf gebrannt werden, während bei zu geringem Abstand zum Antagonisten die okklusale Fläche nicht mit Porzellan bedeckt wird, sondern den Metallstumpf inlayartig frei läßt. Drum erwähnt, daß die Firma Ney für dieses Verfahren eine Goldlegierung (Ney-Oro-P 9, Schmelzpunkt 1040 bis 1070 Grad Celsius) und eine keramische Masse (Ney-Oro-Porzellain, Schmelzpunkt 725 bis 980 Grad Celsius) entwickelt hat, die aufeinander abgestimmt sind und daher ungefähr gleiche Ausdehnungskoeffizienten haben. Dazu wird normale Einbettmasse genommen und das Metallgerüst nach der normalen Gußmethode hergestellt, wozu allerdings für dieses Verfahren ein Gassauerstoffgebläse notwendig ist. Bei Anwendung eines Netzmittels soll Ney-Oro-P 9 fest am Gold haften und infolge dieser zuverlässigen Gold-Porzellanverbindung werden die üblichen, bisher bei facettierten Kronen angewendeten Retentionen für überflüssig gehalten. Singer berichtet über diese Krone folgendes:

- 1.) Sie hält einer experimentellen Belastung von annähernd 700 kg unbeschadet stand.

- 2.) Durch ungemein innige Verbindung der drei Schichten - Metall-Opaque-Porzellan - ist ein Eindringen von Mundflüssigkeit zwischen Metall und Porzellan mit anschließender Verfärbung des letzteren unmöglich.
- 3.) Infolge der zähen Molekularstruktur der Porzellanmasse können Kauflächen und Schneidekanten bedenkenlos in Porzellan aufgebrannt werden.
- 4.) Die nach diesem Verfahren angefertigten Brücken können auf die Pfeiler ebenso leicht und exakt adaptiert werden, wie jede andere Goldbrücke.
- 5.) Das Verfahren kann im eigenen Laboratorium durchgeführt werden.
- 6.) Alle Ursachen von Abrasion, foetor und Reizzuständen sind ausgeschaltet.

Nach all diesen Ausführungen schien Singer dieses Verfahren die ideale Lösung dieses brennenden prothetischen Problems zu sein. Bei der praktischen Durchführung dieser Methode mußte er allerdings feststellen, daß dem Porzellan durch die Oxydunterlage - beim ersten Brand gehen ja die mineralischen Oxyde der Kittsubstanz (Opaque) mit den metallischen Oxyden der Goldbasis eine innige Verbindung ein - die Natürlichkeit der Farbe und die Transparenz genommen werden. Es bestehen auch noch folgende Bedenken theoretischer Art, zu deren Beurteilung Singer allerdings die Beobachtungszeit fehlt:

- 1.) Der Ausdehnungskoeffizient der drei Schichten -Gold, -Opaque-Porzellan- ist verschieden. Der des Goldes ist am höchsten, der des Opaque etwas niedriger und der des Porzellans am niedrigsten. Es wäre daher denkbar, daß es infolge der Verschiedenheit der Ausdehnungskoeffizienten im Laufe der Zeit zu Sprüngen im Porzellan kommt.
- 2.) Es wäre möglich, daß durch die außergewöhnliche Härte der Porzellankauflächen die Antagonisten parodontale Schädigungen erleiden, weshalb es ratsam erscheint, nicht zu viele und nur die sichtbaren Teile der Kaufläche mit Porzellan zu verkleiden. Trotz aller Einwände spricht Singer diesem neuen Verfahren die positive Seite nicht ab; er sieht darin eine wichtige Etappe in der Herstellung kosmetischen Brückenersatzes und empfiehlt es in der heutigen Form zumindest im vorderen Seitenzahngebiet, den Eckzahn inbegriffen. Eine weitere Methode, Porzellan auf Metall aufzubrennen, ist das Permadentverfahren. Der Name Permadent steht nach Freivogel im Sinne des Urhebers des Verfahrens für: Permanent, Porcelain dentistry. Frei übersetzt bedeutet es: Endgültig dauerhafte zahnärztliche Arbeiten aus Porzellan. Zu diesem Zweck wurde eigens eine keramische Masse -Permadent-Porzellan- und eine Edelmetall-Legierung hergestellt, die im Bezug auf Ausdehnungskoeffizienten bei hohen Temperaturen aufeinander abgestimmt sind und durch den Schmelzprozeß des Porzellans so innig miteinander verbunden werden, daß die Furcht vor Bruchgefahr, die bisher mit der Verwendung von Porzellan in der Zahnheilkunde fast untrennbar verbunden war, nahezu völlig ausgeschaltet werden konnte. Drum hat dieses Verfahren 1958 in Deutschland empfohlen. Die keramische Masse wird auf ein Platingerüst aufgebrannt; der Schmelzpunkt dieser Masse liegt bei 1175 Grad C, der der Platinlegierung bei 1530 Grad. Neu ist an dem Permadentverfahren, daß das Platingerüst nicht mehr müh-

sam aus Halbfabrikaten herausgeformt, sondern durch Metallguß hergestellt wird. Vor dem Kriege scheiterten diese Versuche an dem Problem der Einbettungsmasse. Inzwischen sind so hoch qualifizierte Einbettungsmassen für Chrom-Kobaltlegierungen hergestellt worden, daß auch der Guß hochschmelzender Platinlegierungen gelingen kann. Zweifellos ist es nach Ansicht Drum's ein Vorteil, insbesondere die Pfeilerkronen mittels des Gußverfahrens herstellen zu können, da die genaue Anpassung eines starren Metallringes große Schwierigkeiten bereitet. Aber auch die Schwierigkeiten des Permadentverfahrens erachtet er keineswegs als gering; sie sollen etwa drei mal so groß sein, wie die Schwierigkeiten der Porzellan-Jacket-Krone, da der sehr beschränkte Raum, der nach der Präparation eines vitalen Zahnes für eine Jacket-Krone zur Verfügung steht, zwischen Metall und Porzellan aufgeteilt werden muß. Das Metallgerüst muß unbedingt torsionsstabil und daher sehr dick sein, aber auch das Porzellan soll aus ästhetischen Gründen möglichst dick und umfassend sein. Hierdurch verdoppeln sich zunächst die Schwierigkeiten einer Jacket-Kronenherstellung und sie werden noch gesteigert durch die Probleme der Farbgebung. Das Farbbild des natürlichen Zahnes entsteht bekanntlich durch die Lichtwirkung eines durch und durch gefärbten Zahnes und kann mit der Jacket-Krone leicht nachgeahmt werden. Die Farbgebung beim Permadentverfahren hält Drum jedoch für sehr schwierig, da das Porzellan relativ dünn ist und über einer Metallfläche liegt. Der Zahnarzt muß daher bis an die Grenze der Pulpatoleranz beschleifen und die technische Arbeit muß sehr gut sein, sonst führt das Permadentverfahren zu einem Mißerfolg. Freivogel berichtet, daß sich das Permadentverfahren in den letzten Jahren in den USA. weit verbreitet hätte und die Mehrzahl der amerikanischen Patienten jedes sichtbare Gold im Munde ablehne, ebenso wie alles, was sie in den Verdacht bringen könnte, Träger von falschen Zähnen zu sein. Die Patienten zeigten eine große Vorliebe für Permadentarbeiten, bei denen alle sichtbaren Teile mit Porzellan überzogen sind. Er bezeichnet es weiterhin als Vorteil für den Zahnarzt, daß auch bei Brückenarbeiten die Sattelflächen der Brückenzwischenglieder mit Porzellan überzogen werden können und daher von der Mundschleimhaut gut vertragen würden. Bei dieser Art ist es nach seiner Meinung gelungen, den genauen Sitz und die Festigkeit gegossener Kronen mit den ästhetischen Vorteilen des Porzellanes zu vereinen, sodaß es möglich ist, dieses Material sowohl für Arbeiten im Front- wie im Prämolaren- und Molarenbereich zu verwenden. An Kauflächen aus diesem Porzellan können auch noch Korrekturen - Auftragen oder Entfernen von Porzellanmasse - vorgenommen werden, z.B. wenn eine Krone etwas zu hoch ist, was bei Goldkauflächen oft unmöglich ist, da man nur wenig Gold wegschleifen und keines hinzufügen kann. Wo ein scharfer Aufbiß keinen Raum für Porzellan läßt, kann man das Porzellan bis zum darunterliegenden Metall abschleifen und kleine Metallinseln stehen lassen. Das einmal erzielte Verhältnis der neu geschaffenen Okklusionsflächen kann dauernd erhalten werden. Als Gußmetall wird eine Palladium-Gold-Platin-Legierung verwendet, deren Schmelzpunkt bei ungefähr 2700 Grad F (ca. 1536 Grad C) liegt; seine Härte entspricht der des harten Gußgoldes. Der Schmelzpunkt des Porzellans liegt bei 2150 F (1176 Grad C); die Ausdehnungskoeffizienten der bei-

den Materialien sind also sorgfältig aufeinander abgestimmt. Diese Materialien waren das Resultat des Urhebers dieses Verfahrens, A.B. Weinstein, der zuerst bestrebt war, die zur Verfügung stehenden Materialien zu verbessern, bis er schließlich erkannte, daß das gesteckte Ziel mit den vorhandenen Mitteln nicht zu erreichen sei. Zugleich mußten auch neue Hilfsmaterialien geschaffen und eine neue Laboratoriumstechnik ausgearbeitet werden. Bereits 1952 wurden die ersten Erfolge erzielt. Die komplizierte Arbeit ist durch fortwährende Entwicklung so vereinfacht worden, daß die Verwendung von Permadent nach Ansicht Drum's nicht mehr schwieriger ist, als die übliche Kronen- und Brückenarbeit. Weinstein berichtet in Übereinstimmung mit den Zahnärzten, die Permadent verwenden, daß es nun möglich sei, Probleme in der Zahnheilkunde zu lösen, die bisher als unlösbar galten. Kritisch bemerkt Drum, daß das vorhin erwähnte Goldporzellanverfahren nach Brecker vorteilhafter erscheine, als das Permadentverfahren, weil der Schmelzpunkt der Goldlegierung nicht so extrem hoch liegt, wie der der Platin-Goldlegierung beim Permadentverfahren; allerdings ist bei der Ney-Goldlegierung ein Gebläse nötig. Die Schwierigkeit der Verarbeitung ist bei beiden Methoden gleich und ein Erfolg würde sich nur bei exakter Präparation und eingespielter Zusammenarbeit mit einem hochqualifizierten Labor einstellen. Laut Permadentgesellschaft sollen beim Gold-Porzellanverfahren Verfärbungen auftreten, sodaß es im Frontzahngebiet im allgemeinen nicht angewendet wird. Drum berichtet ausserdem noch über das einfachere Permadentangußverfahren, da nach seiner Meinung nur wenige Techniker das Permadentverfahren beherrschen. Die Permadentgesellschaft liefert dazu dünne Porzellan-Facetten von verschiedener Form und Farbe, die Permadent-Jackets genannt werden und in deren Hohlfläche feine Metallkörnchen eingebrannt sind. An diese Facetten kann eine Metall-Legierung (Permium 22) direkt angegossen werden, wobei eine innere Verbindung zwischen Metall und Porzellan eintritt, ohne daß Sprünge entstehen. Dieses System geht also ähnlich wie bei der Schalenkeramik von einer fabrikfertigen Facette aus und ist einfacher für den Techniker. Es bestehen jedoch noch große Schwierigkeiten besonders bei Verblendkronen auf vitalen Pfeilern. Hier bedeutet das Angußverfahren keine besondere Erleichterung. Die Zähne müssen nämlich sehr stark beschliffen werden, da die Facette sehr dick ist und das Metall eine gewisse Stärke erreichen soll. Außerdem ist der Preis für diese Kronen sehr hoch.

Schließlich soll noch die Verblendkrone für Prämolaren und Eckzähne von Feil erwähnt werden. Er wünscht, daß die Präparation so ausgeführt werde, daß die Pulpa vital bleibt und möglichst wenig Zahnschubstanz geopfert werden muß. Er bezeichnet seine Verblendkrone mit Inlay als eine massive, starke und doch mit Porzellan verkleidete Krone. Sie besteht aus einer Gußkrone über dem Stumpf, der, wenn er vital ist, labial bez. bukkal nicht stark beschliffen werden soll - zur Schonung der Pulpa wird keine Stufe, sondern nur eine Auskehlung präpariert - und einer nierenförmigen Inlayatrappe am Zahnhals. Die Verblendung ist aus Kunststoff oder aus Porzellan, welches an das Gold angebrannt wird. Als Vorteile erwähnt der Verfasser neben dem geringen Substanzverlust:

- 1.) Das Kunstharz oder Porzellan schließt besser ab, da die Verblendung auf Höhe des Inlays dick ist und außerdem das Inlay eine gute Retention abgibt.
- 2.) Es entsteht keine Verfärbung.
- 3.) Der Abschluß von hochglanzpoliertem Gold ist für das Zahnfleisch erträglicher als Kunststoff mit eventuellem Restmonoinerem.
- 4.) Sie ist ferner günstig als Klammerretention, da die Klammer auf das Gold zu liegen kommt. Man soll möglichst eine Schnappvorrichtung für die Klammer anlegen durch Einschleifen einer Rille oder Delle in das Inlay.
- 5.) Sie ist ein solider Brückenanker; die Verblendung bricht nicht heraus.
- 6.) Das nierenförmige Inlay ist kosmetisch nicht schlechter, wie eine verfärbte Krone oder ein sichtbarer Goldrand. In Gebissen mit Füllungen fügt sich das Inlay harmonisch ein.

Als Materialien werden verwendet: Gold für gebranntes Porzellan (Ceramicor, Cendres und Metaux) mit einem Schmelzpunkt von über 1000 Grad C, das schwer schmelzbar ist und nicht oxydiert. Dieses Gold hält Feil höchstens für Einzelkronen geeignet, nicht aber für Brücken, da es ihm hierfür zu weich erscheint. Als Porzellan verwendet er Prisma-Verblend-Porzellan. Durch entsprechende Schichtung ahmt er die Biodentfarben nach, die er aber durch eigene Versuche ermittelt, da sich unter Vakuumbrand die Mischverhältnisse des Porzellans ändern. Der erste Brand findet bei 800 Grad C statt. Er empfiehlt beim Vakuumbrand niemals über 320 Grad C zu gehen, solange das Vakuum wirkt, um eine Verdampfung des Porzellans und eine sich daraus ergebende Bildung großer Poren zu verhindern. Der Glanzbrand erfolgt bei 880 Grad C. Die Konstruktion soll sich äußerst gut bewährt haben und in Fällen verwendet werden, wo schon Füllungen, Inlays und Kronen bestehen. Besonders im Unterkiefer sollen sich die Inlays gut einfügen. Feil hält diese Kronen vor allem dort für indiziert, wo dem Patienten Zahnhals-Inlays gemacht würden, also besonders im Gebiet der Prämolaren und Molaren, evtl. auch der Eckzähne.

## 2. Verblendkronen mit aufzementierter Porzellanblende

**Diese** Methode, für Zähne mit lebender Pulpa Verblendkronen mit einzementierter Porzellanfacette anzufertigen, ist schon viel älter als das Aufbrennen des Porzellans auf Metall. Während man in neuerer Zeit für diesen Zweck fabrikfertige Porzellanfacetten verwendet, wurde in früherer Zeit extra für diesen Zweck eine Porzellan-Facette gebrannt, die dann in ein ausgespartes Metallkästchen eingesetzt werden mußte, wie dies bei der Facettenkrone nach Frank der Fall ist. Die Präparation hierfür erfolgt mit einer labialen Stufe, die approximal ausläuft; dann wird Kerrabdruck mit dem Kronenring genommen, der schon vor dem Anlegen der Stufe aufgepaßt wird. Der Abdruck wird nach dem Abnehmen kontrolliert und nach dem

Erwärmen der Kernmasse wieder aufgesetzt, worauf der Schlußbiß erfolgt. Anschließend wird die Schneide mit Überschuß herausgearbeitet, die Kauflächenpartie der Kernmasse erneut erwärmt und dann läßt man den Patienten Kaubewegungen machen. Das Resultat ist nach Ansicht Frank's eine einwandfrei modellierte Kaufläche mit Einschluß der Schneidekante, wenn nicht zu viele Zähne fehlen oder Deckbiß vorhanden ist. Darüber erfolgt dann ein Gipsabdruck und anschließend die Herstellung des Modells. Der Ring wird nun vom Modell abgenommen, die Facettenfläche des Ringes ausgeschnitten und zwar bis zur Stufe. Approximal wird er soweit zurückgeschnitten, daß an der fertigen Krone kein Metall zu sehen ist. Der Stumpf wird mit dünner Zinnfolie überzogen, um das Einsetzen der fertigen Krone im Munde zu erleichtern. Nun erfolgt das Modellieren mit Blauwachs. Der Boden des Facettenkästchens soll höchstens 0,25 mm stark sein, um eine möglichst dicke Porzellan-Facette verwenden zu können. Die Ränder des Kästchens sollen möglichst steil einfallen, um die Facette genügend zu verankern. Unter Umständen kann man auf dem Boden des Kästchens einen 1,5 bis 3,0 mm dicken, kurzen Stift als Halt für die Facette mit einmodellieren; was aber nur bei genügender Dicke der Facette erfolgen darf, da sonst der Stift durchscheinen würde. Nach der Modellierung erfolgt das Einbetten und Gießen und zwar wird das modellierte Kästchen und die Rückenplatte an den Ring angegossen. Nach dem Guß erfolgt die Nachlötung, dann wird die Krone ausgearbeitet und poliert, worauf vom Kästchen Abdruck genommen und die Porzellan-Facette in Neobrillateinbettung gebrannt und anschließend einzementiert wird. Frank verwendet Vitaschmelz-Dentin-Porzellan mit einem Schmelzpunkt von 980 Grad C.

Thielemann entwickelte eine Methode, bei der die Porzellanblende im Gegensatz zur Verblendkrone von Frank von innen her, vor dem Aufsetzen der Krone, an ihren Platz gebracht wurde. Bei dieser Methode wurde auch dem Wunsch vieler Praktiker entsprochen, anstatt selbstgebrannter fertige Porzellananzähne zu verwenden. Er ging bei dieser Konstruktion, die er Blendkrone nannte, von der Veneerkrone aus und suchte deren Nachteil - das Herausfallen der Facette - wettzumachen, indem er diese von innen her einarbeitete. Die Präparation erfolgt mit einer labialen Stufe, die 1 mm breit sein soll und 1 mm unter das Zahnfleisch versenkt werden soll; dann wird der Ring, der bukkal 2 mm unter das Zahnfleisch reichen soll, anprobiert und wie eine Fensterkrone ausgeschnitten, worauf Abdruck genommen wird. Bei Eckzähnen kann die Stufe ebenso wie bei ersten Prämolaren auch mesial ausgedehnt werden, um einen besseren kosmetischen Effekt zu erzielen. Nun wird eine Facette hohl geschliffen, die Krone modelliert, gegossen, die Facette von innen eingesetzt und die Krone schließlich einzementiert. Als Vorteile werden Vitalerhaltung der Pulpa, gute Ästhetik und hoher Verankerungswert genannt. Altmeyer hält diese Krone besonders geeignet für Eckzähne und erste Prämolaren, dagegen für kontraindiziert bei sehr kleinen Zähnen, wie den oberen seitlichen und den unteren Schneidezähnen und bei stark gedrehten und gekippten Zähnen. Thielemann bemerkt noch über seine Blendkrone, daß der Zahn durch sie vollkommen abgedeckt werde und die Krone sich als mechanisch brauchbar erwiesen

habe; ein Nachteil wäre dagegen, daß der Zahnring - labial 2 mm unter dem Zahnfleisch - sichtbar sei und daß die Facette manchmal beim Einzementieren platze oder aus ihrem Lager rutsche.

Weiser ist durch die guten Erfolge, die Jenkins mit seinem leicht fließenden Porzellan hatte, dazu begeistert worden, diese Porzellanmasse auch für seine Facetten anzuwenden. Es handelt sich hier um Hohlkronen, in die selbstgebrannte Porzellan-Inlays als Facetten eingesetzt wurden. Das Kästchen einer solchen Hohlkrone ist mit einem kräftigen Goldkrampon für den Halt der Facette ausgestattet. Ein Versuch, an Prämolaren die Facetten nur wie Inlays herzustellen, scheiterte an der zu geringen Adhäsion des Zementes an den Wänden des Goldkästchens. In die fertige Molarenkrone wird am vorderen äußeren Quadranten ein Fenster geschnitten, sodaß die Jenkins-Facette und das Goldkästchen Platz haben. Eine Devitalisierung hält Weiser nicht für unbedingt notwendig. Als Nachteil empfindet er, daß 6 - 10 Brände notwendig sind und fast zu viel Zahnschubstanz geopfert werden muß. Spring behauptet von dieser Krone, daß der Kasten bei vitaler Pulpa so seicht gemacht werden müsse, daß die Facette labial vorstehe. Koller hat später den Arbeitsgang dieser Krone, die wegen der Facette aus Jenkins-Porzellan auch Jenkins-Krone genannt wurde, geändert. Er fertigt nicht mehr eine vollständige Bandkrone an, in die dann bukkal ein Fenster für das extra zu gießende und anzulötende Goldkästchen geschnitten wurde, sondern einen gegossenen Ring, um einen genaueren Sitz und einen besseren Halt zu erreichen. Er setzt diesen in den Mund und nimmt Abdruck. Dann wird auf die Wangenfläche des Ringes und auf die Kaufläche Gußmasse aufgetragen und ihr die Form einer Porzellan-Facette gegeben, wobei die Umgrenzung scharf abgesetzt wird. Nach der Modellierung der Kaufläche wird um die Gußmasse ein Wachsrahmen gelegt, das Ganze eingebettet und gegossen. Nach dem Guß und nach sorgfältiger Reinigung werden die Verbindungsstellen zwischen Ring und Guß verlötet, die Krone ausgearbeitet und in die Mitte des Kästchens ein Knopf gelötet. Endlich wird das Kästchen mit Platinfolie ausgekleidet, auf die Folie ein Röhrchen gelötet, diese mit Wachs ausgefüllt, abgenommen und in Porzellaneinbettmasse oder Cristobalite gesetzt. Anschließend wird die Facette gebrannt und an ihren Platz zementiert.

Werckenthin modifizierte diese Verblendung, indem er Knopfzähne mit einem inlayartigen Anschlußkörper verwendete, um einen genaueren Sitz und einen besseren Halt der Facette zu erreichen.

Coutif hat neben seiner bereits erwähnten Krone mit fixer Emailbedeckung auch für Brücken eine austauschbare Porzellanbedeckung für seine Verblendkrone angegeben. Für diese wird vorne und auch seitlich eine Schulter präpariert, dann eine gegossene Vollkrone aus Gold hergestellt, auf welche er in der Mitte der labialen Fläche eine der Steele-Schiene ähnliche, nur breitere Gleitschiene der Länge nach anwendet und in der Gegend der Schneidekante eine mesio-distal gerichtete Kante formt, ähnlich einer Schneidekantenfurche. Der Abdruck erfolgt mit Platinfolie, worauf die Facette gebrannt wird. Das Einzementieren wird mit der Platinfolie vorgenommen. Da kein Kantenschutz vorhanden ist, sieht man auch keinen Goldrand.

Diese Krone ist nach Ansicht Mathés zwar kosmetisch einwandfrei, hat aber alle statischen Nachteile der facettierten Kronen und verlangt ein großes Opfer an Zahnschubstanz, da die Krone labial 3 mm stark ist, was natürlich eine Schwächung des Pfeilers, ein Hervortreten der Krone, eine Gefährdung der Pulpa, ein relativ leichtes Ausbrechen der Facette und eine Minderung der Fixierungsfähigkeit des Ankers zur Folge hat. Zur Gruppe der Kronen mit Steele-Facetten gehört auch die Baumgarten'sche Krone, bei der die Facette konkav geschliffen wird.

J.R. Schwartz empfiehlt ebenfalls die in Amerika so gern genommenen Steele-Facetten, die schon 1914 von Tuttle angegeben wurden und heute noch in den amerikanischen Lehrbüchern zu finden sind. Langer berichtet über diese beschliffenen Schiebefacetten von Schwartz, daß diese facettierten Kronen zweifellos mit Mängeln behaftet seien. Sie müßten in kosmetischer Hinsicht weit hinter den Mantelkronen eingereiht werden, da immer Metallränder sichtbar seien und außerdem besonders kurze Kronen recht unförmig wirkten, was auch bei der Weiser-Retention sehr störe. Wupper hat 1937 eine Modifikation der Schwartz-Krone angegeben, deren Vorteil seiner Meinung nach darin besteht, daß das Substanzopfer geringer ist, da die Stärke der Facette auf ein Mindestmaß reduziert wurde, soweit es diese als Farbträger nur immer zuläßt und die den Stumpf bedeckende Metallschicht auf 0,25 mm vermindert werden kann. Die labiale Stufe wird unter das Zahnfleisch versenkt, um den kosmetischen Effekt zu gewährleisten. In Deutschland ist in letzter Zeit von Heintz und Wehlau eine ähnliche Arbeit mit der Hohlfacette von Schröder ausgeführt worden. Heintz berichtet über eine Methode, bei welcher der Stumpf wie für eine Jacket-Krone präpariert und die Stufe frontal 0,5 mm unter den Zahnfleischrand versenkt wird. Dann wird eine Schröder-Facette so aufgeschliffen, daß ein Spielraum von 0,5 mm bleibt; der Stumpf wird nun mit Wachs umgeben und die Facette hineingedrückt. Anschließend erfolgt Guß und Fertigstellung der Krone. Heintz gibt als Vorteile an, daß ein Facettenbruch leicht zu beheben sei und der Stützpfeiler aus einem Stück bestehe. Als kosmetischen Nachteil bezeichnet er den Goldrücken, der jedoch nach seiner Ansicht nicht über die Schneidekante zu ragen braucht, jedoch so stark sein muß, daß ein Federn infolge scharfen Aufbisses ausgeschlossen erscheint. Lewald gibt eine Krone an, bei der ein Porzellanfumier in Form einer Steele-Facette auf einen dünnen, gegossenen Goldfingerhut aufzementiert wird. Ein Vorläufer dieser Krone war das Porzellanfumier des Amerikaners Land. Dieser beschleift erst die labiale Fläche, präpariert dann die cervikale Stufe und zu beiden Seiten der Pulpa eine ovale, ein mm breite Rinne, um das Porzellanfumier in der richtigen Lage zu erhalten. Für indiziert hält er diese Kronen bei Hutchinson-Zähnen, sowie bei verkürzten und gedrehten Zähnen.

Der Amerikaner Mitchell hat noch eine andere Befestigungsweise angegeben. Er verwendet zwei Stiftchen, die in den Teil des Metalls hineinführen, der die Kontaktpunkte herstellt und daher dick sein muß, um den Stiftchen auch den nötigen Halt geben zu können. Diese Methode wurde von Spring und seinem Tech-

nikermeister Lenk noch einmal nachentdeckt und veröffentlicht, worauf Aldor für sich und seinen Techniker Glück die Priorität beanspruchte, da er genau dasselbe schon einige Zeit ausübte. Die Verankerung der Facette erfolgt durch zwei Krampons, die beiderseits des Stumpfes im Metallkörper der Krone verankert und gegen das incisale Drittel zu gelegen sind. Die Facette ist schalenförmig und die Krampons sind ziemlich lang, um eine gute Fixierung zu ermöglichen. Da dem Verfasser der schmale, gingivale Ring nicht genügt, gestaltet er die Krone so, daß die abgeschrägte incisale Kante des Stumpfes vom Goldkörper der Schneidekante eine kurze Strecke klammerartig umgriffen wird, wodurch einer Lockerung möglichst begegnet werden soll. Die Präparation erfolgt wie für eine Vollkrone, nur etwas konischer, daß die Krampons Platz haben. Im Metall wird ein labiales Fenster ausgespart. Das Verfahren für die Facette erfolgt im großen und ganzen wie bei Weiser. Sie wird nach ihrer Fertigstellung einzementiert. Man kann auch eine Stufe anlegen, in die der Metallring hineingelegt und darauf dann die Facette angebracht wird. Als Vorteil wird die Festigkeit gegen Kaubeanspruchung, der genaue Kontakt und die Möglichkeit einer relativ leichten Reparatur bei einem Bruch genannt; als Nachteile der Kontakt des Metalles mit dem Zahnfleisch und der Umstand, daß der Zahn nicht ganz mit Metall überzogen ist. Diese Krone hält Spring auch für tote Zähne geeignet, da sie leicht trepaniert werden könnte, was bei Stiftzähnen nicht der Fall ist. Für den Unterkieferbereich empfiehlt er sie weniger, da hier der Kaudruck die Facette direkt trifft.

Die Wirtschaftsschwierigkeiten nach dem Krieg von 1914/18 veranlaßten Rank häufig eine Facettenkrone einzuzugliedern, bei der er in einfacher Art und Weise die vorhandenen Zähne mit Platinstiftchen oder evtl. solche mit Knöpfen gebrauchen konnte. Diese Facettenkrone war aber nur für Prämolaren gedacht und zwar in erster Linie für solche, bei denen die Pulpa nicht mehr vorhanden war. Allerdings wurde sie auch manchmal bei Zähnen mit lebender Pulpa angewendet. Die Herstellung dieser Krone ist folgende: Die Präparation erfolgt mit labialer Stufe. Der Ring, der bukkal 1 mm unter das Zahnfleisch reicht, wird bukkal ausgeschnitten. Nach der Modellherstellung wird ein Porzellanflachzahn zurecht geschliffen und zwar am besten ein Knopfzahn, da dieser im Zement gut gehalten wird. Der übrige Teil wird mit Schneidekantenschutz in Blauwachs modelliert, die Facette abgehoben, das Wachsmoell gegossen, ausgearbeitet und poliert. Die Stifte werden vor der Modellierung kastenförmig und mit Rosawachs umhüllt und der Zahn mit Vaseline gegen das Gußwachs isoliert. Das Rosawachs kann man schmelzen und so die Facette mit dem Stumpf verbinden oder einen Gipsvorguß machen. Die Krone soll zweckmäßiger Weise einprobiert werden um zu kontrollieren, ob die Stifte nicht zu lang sind und die Facette herausdrücken; ferner sollte man prüfen, ob die Krone sich noch so hoch schieben läßt, wie vorher der Ring; ist das nicht der Fall, sind die Stifte zu lang. Beim Einsetzen wird zuerst die Krone aufzementiert, dann wird die Facette mit Zement umhüllt und in die Fassung gedrückt. Diese Krone verwendet Rank noch bei pulpatoten Prämolaren.

ren und nur in Ausnahmefällen auch bei Zähnen mit lebender Pulpa unter Zuhilfenahme von Kunststoff als Facettenmaterial. Er bemerkt dazu noch, dass die Kriegszustände diese Krone hervorgerufen hätten und es seine Absicht gewesen sei, sie aus Sparsamkeitsgründen so einfach wie möglich zu gestalten, was sowohl das Material wie auch die Anfertigung anbetrifft, aber es hätte sich dabei später doch ein Mangel herausgestellt und zwar der, dass die Porzellan-Facette, die, nur an Zement gebunden, direkt auf dem Zahnstumpf ruht, später öfter herausgefallen ist, da sich dieses Zement gelöst hat. Es kann aber auch, schreibt Rank weiter, dazu kommen, dass sich die ganze Krone abhebt, was bedeutend unangenehmer ist, besonders wenn eine solche Krone als Brückenanker diene. Er ist nach einigen Misserfolgen dazu übergegangen, den ganzen Zahnstumpf zuerst mit Gold zu überdecken und dann den Porzellan-zahn hineinzusetzen, womit er den Erfolg wieder verbürgt glaubte. Diese Lehre von Rank, nämlich den Zahnstumpf ganz mit Metall zu umgeben, ist für viele neu auftauchende Vorschläge zu einem Bewertungsmaßstab geworden, ganz besonders bei Frontzahn-Facetten-Kronen. Wenn sich ein Erfolg einstellen soll, darf eine solche Erkenntnis, die sich aus Erfahrungen ergeben hat, nicht ausser Acht gelassen werden. Bei den Frontzähnen ist ja bekanntlich noch weniger Platz für eine Facette, als bei den wesentlich dickeren Prämolaren. Es sind unter den vorher genannten Autoren schon verschiedene bemüht gewesen, die Porzellan-Facette bei Frontzähnen zu nehmen, so z.B. Tuttle, Schwartz, Frank, Heintz u.a. Ihre Arbeiten bezeichnet Rank entweder als reichlich kompliziert oder die Facette als zu dünn, die, aus Porzellan hergestellt, zu sehr der Bruchgefahr ausgesetzt ist.

Schlammpp beschrieb 1939 eine facettierte Mantelkrone. Den Stumpf präpariert er wie für eine normale Mantelkrone, nur wird approximal und palatinal nicht so viel weggenommen, da dieser Teil aus Metall gegossen ist. Labial soll die Stufe 2 mm breit sein. Nun wird eine Knopf- oder Stiftfacette, jedoch kein Flachzahn wie die Steele-Facette, bis auf 1 mm hohl geschliffen. Zur besseren Retention wird schneidekantenwärts und evtl. seitwärts eine kleine Rille eingeschliffen. Die ursprüngliche Farbe der jetzt durchsichtigen Facette wird durch geeignetes Zement wieder hergestellt. Das Modell wird mit Zinnfolie überzogen, um eine Gusskontraktion zu vermeiden. Dann erfolgt die Modellierung, wobei eine Wachsplatte auf das Modell gelegt und die erwärmte Facette eingedrückt wird und zwar so, dass sie nicht am labialen Stufenrand übersteht. Die Facette wird wieder abgenommen, in die Rillen Wachs laufen gelassen und wieder aufgedrückt, während das Wachs noch flüssig ist. Es erfolgt nun das Modellieren der Rückenplatte und das endgültige Abziehen der Facette. Um einen besonders guten Kantenschutz zu gewährleisten, soll man die Rillen schräg zur Längsachse einschleifen; es muss dann auch die Facette in dieser Richtung abgezogen werden. Nach dem Abheben der Facette wird die modellierte Krone abgenommen, nach Entfernung der Zinnfolie entölt, eingebettet und gegossen. Ein Nachschleifen der Facette erfolgt nicht. Beim Einsetzen der Facette muss man das Zement auf die gewünschte Farbe abstimmen. Die völlig geschlossene Metallkappe gibt nach

Meinung Schlammpp's eine Retention für die Facette ab. Er betont auch, dass er mit dieser Krone auch als Brückenanker gute Erfolge erzielt hätte.

Betrachtet man die bisher aufgeführten Systeme der Facettenkronen, so ist deutlich zu ersehen, dass das Hauptproblem zweifellos die Befestigung der Porzellan-Facette darstellte. Rank scheint mit seiner Forderung, der Stumpf müsse ganz mit Metall überdeckt sein, der Lösung dieses Problems etwas näher gekommen zu sein, da dieses Gebot auch den neueren Konstruktionen von Verblendkronen mit Porzellan-Facetten zu Grunde gelegt wurde, wie z.B. den Arbeiten von Loewenstein, Voss und Vest.

Vest präpariert für die Anfertigung seiner gegossenen, porzellanfurnierten Hülsenkronen für Frontzähne den Zahn mit labialer, ca. 1 mm tiefer Stufe, die in die Zahnfleischtasche versenkt wird. Sie greift noch etwas auf die mesiale und distale Kante über und läuft allmählich gegen die beschliffenen, stufenlosen Approximalflächen aus. Auch apikal von der Stufe ist noch ein schmaler Streifen der Zahnoberfläche beschliffen. Dann erfolgt Abdrucknahme und die Herstellung des Arbeitsmodelles. Zur Verkleidung der labialen Kronenfläche hält Vest die auswechselbaren Steele-Facetten für besonders geeignet; sie müssen jedoch in Bezug auf Form und Farbe passend und so breit und so lang sein wie die anatomische Zahnkrone. Die Rückseite der Facette wird zunächst hohl geschliffen, bis die Nut vollständig beseitigt und an ihrer Stelle eine Nische entstanden ist, sodass sich die Facette wie ein Hütchen auf den Kronenstumpf setzen lässt, ohne aus der Zahnreihe vorzustehen. Dabei soll das gingivale Ende derselben die Stufe nicht berühren, sondern es soll zwischen beiden ein Abstand von 0,25 mm sein. Der mesiodistale Durchmesser der Nische muss am cervikalen Ende 1,0 mm länger sein als am incisalen. Die gingivo-labiale Facettenkante wird einwärts abgescrägt. Zum Schluss schneidet man in der Tiefe der Nische von innen nach außen eine fortlaufende Rille in die mesiale, incisale und distale Nischenwand, parallel zur labialen Facettenfläche. Die Rillentiefe beträgt in der Schneidekantengegend 0,75 bis 1,0 mm und nimmt bis zum gingivalen Ende allmählich bis auf 0,5 mm ab. Die labiale Wand der Facette darf nach der Beschleifung nicht dünner als 0,5 mm sein.

Die Kronenhülse, die dem Porzellanscherben zugleich als Fassung dient, wird nun aus Gusswachs auf dem Zementstumpf modelliert. Zunächst werden jedoch Zementstumpf, Nachbarzähne und Antagonisten auf dem Arbeitsmodell und der Porzellanscherben, insbesondere die Nische und Rillen, isoliert. Dann drückt man ein gleichmässig erweichtes Stück Gusswachs auf die Schneidekante und Labialfläche des Zementstumpfes und hält anschliessend das Arbeitsmodell in geeigneter Entfernung über eine kleine Flamme, sodass das Wachs dauernd gut plastisch bleibt ohne zu schmelzen. Nun presst man den Porzellanscherben von oben in das weiche Wachs und schiebt ihn in die richtige Lage. Cervikal bleibt ein Wachsstreifen von ca. 0,75 mm Breite sichtbar, während inzisal der Scherben 0,5 mm kürzer ist, als die fertige Krone. Beim Aufschieben füllen sich auch die Rillen im Nischeninnern mit Wachs. Man trägt hierauf auch mesial, distal und oral ge-

nügend Gußwachs auf, um den Kronenkörper zu modellieren. Ist dies geschehen, versucht man den Porzellanscherben abzuheben. Gelingt dies, hebt man die Facette um ca. 1,0 mm aus ihrer Endlage und fügt auf der Rückseite der Schneidekante noch Wachs an bis ein genügend dicker und hoher Kantenschutz geformt ist. Hierauf wird der Porzellanscherben abgehoben und die Wachsform mit Benzin entfettet. Der Gußstift wird auf der oralen Seite der Schneidekante parallel zur Kronenlängsachse angeschmolzen und das Wachsmo­dell nach dem Expansionsgußverfahren eingebettet. Da die Kronenwandungen dünn sind, erfolgt der Guß in platinhaltiger Legierung. Nachdem die gegossene Krone gereinigt und abgesäuert ist, schabt man mit einer Messerklinge über die labiale Fläche, um etwa vorhandene kleinste Gußbläschen zu entfernen und ein leichtes Einbringen und Einzementieren des Porzellanscherbens in seine Endlage zu ermöglichen. Für seine gegossene, porzellanfurnierte Hülsenkrone an Bikuspidaten präpariert Vest zunächst den Kronenstumpf wie für eine totale Furnierkrone, nimmt aber dann bukkal etwas mehr weg und verlegt den bukkalen Höcker stark oralwärts. Ein nach außen geneigter Absatz wird bukkal 1,25 mm, an den übrigen Flächen 0,5 mm eingeschliffen. Die bukko-proximalen Kronenkanten werden gegen die Proximalflächen gut abgerundet. Zur Verkleidung wählt man eine breite Eckzahnporzellan-Krone und schleift sie von oral nach bukkal stark konkav, bis sie der Bukkalfläche des Kronenstumpfes nahezu anliegt, während mesial und distal zwei dünne Porzellanflügel erhalten bleiben, die auf die mesiale und distale Fläche des Kronenstumpfes übergreifen und die Verankerung des Porzellanscherbens in der Krone sichern. Die beschliffenen Flächen werden sorgfältig poliert. Das eingefettete Modell des Kronenstumpfes überzieht man nun mit einer dünnen Schicht Gußwachs und bringt mit Hilfe des Vorgusses den ebenfalls eingefetteten Porzellanscherben in die ihm zukommende Lage. Hierauf wird die Krone mit Gußwachs zu ihrer vollen anatomischen Form ergänzt. Es ist darauf zu achten, daß überall zwischen Porzellanscherben und Kronenstumpf eine dünne Wachsschicht vorhanden ist und das Wachs an den Porzellanscherben sorgfältig anmodelliert wird; dann wird die Facette entfernt und wieder in die Fassung gesetzt. Dies wird mehrmals wiederholt, daß die Facette nach dem Guß leicht in ihre Fassung gleiten kann. Nach dem Guß wird das Lager von Einbettungs­masse und Oxydschichten befreit, bevor der Porzellanscherben einprobiert wird, da sonst die dünnen Porzellanflügel abbrechen würden. Erst wenn der Porzellanscherben ohne Druck in die Fassung gleitet, wird er mit Zinkphosphatzement befestigt.

Schließlich beschreibt Vest noch eine gegossene Metallhülsenkrone mit gebrannter Porzellaneinlage für Molaren. Diese Porzellaneinlage verkleidet unter Erhaltung eines genügend starken Kantenschutzes die sichtbaren Teile dieser Molarenkrone, nämlich die mesiale Hälfte der bukkalen Wand, die mesiobukkale Kante und das bukkale Drittel der mesialen Wand. An diesen Stellen wird bei der Stumpfpräparation eine um 1,0 mm stärkere Schicht weggeschliffen, als für die gewöhnliche Hülsenkrone. In das Wachsmo­dell der Krone präpariert man eine kastenförmige Kavität, deren Boden parallel zur Zahnoberfläche läuft und somit nach außen konvex gekrümmt ist. Die Kavitätenwände sind in der Tiefe streng parallel zu gestalten.

In der äußeren Hälfte dagegen ist eine schwache Divergenz zulässig, doch dürfen die Seitenwände mit der Kronenoberfläche keinen scharfen Winkel bilden, weil die dadurch entstehenden dünnen Porzellanränder leicht abbrechen würden. Nachdem die Metallkrone vollständig poliert ist, wird die gebrannte Porzellaneinlage festzementiert. Zu den Kronen mit geschlossenem, metallennem Kroneninnenraum gehört auch die Facettenkrone nach Loewenstein. Der Stumpf wird mit labialer Stufe präpariert, dann erfolgt Kupferring-Kerrabdruck. Das Stumpfmodell wird aus Silca hergestellt; nun wird eine Facette, deren seitliche Partien erhalten bleiben sollen, um das Kästchen zu vertiefen, beschliffen. Die approximalen Flächen dieser Facette sollen so beschliffen werden, daß ein Herausziehen der Facette aus dem Wachmodell ohne weiteres möglich ist. Dann wird die Facette im Vorguß so fixiert, daß ausreichend Platz für die labiale Metallwand vorhanden ist. Anschließend erfolgt Modellierung und Guß. Vor dem Aufpassen auf das Modell wird der Silberstumpf mit Säure geschwärzt, um die Störpunkte leichter zu finden, die sich beim Einpassen der Facette auf dieser metallisch abzeichnen. Bei der fertigen Krone soll die Facette in ihrer Fassung ruhen, wie ein gut präpariertes Inlay in der Kavität. Bei ausreichendem Kantenschutz, gutem Sitz und Randschluß ist diese Befestigung solid. Die Facette wird mit Fixodont 5 einzementiert, um ein gutes Farbeergebnis zu erzielen. Diese Methode eignet sich nach Loewenstein für obere Eckzähne und mittlere Schneidezähne, während sie bei allen anderen Frontzähnen wegen deren Kleinheit zu schwierig ist.

Trotz aller Bemühungen, das Problem des ästhetischen Zahnersatzes endgültig zu lösen, trotz aller vorgenommenen Verbesserungen, stellten sich jedoch immer wieder Mängel ein, was neben Rank auch noch viele andere Autoren bestätigten. Er suchte diesen Mißständen dadurch entgegenzutreten, daß er folgende Grundsätze aufstellte:

- 1.) Der Zahn muß ringsherum mit Metall geschützt sein, wie bei der Vollkrone.
  - 2.) Der Platz der Facette muß durch Anlegen einer Schulter gewonnen werden.
  - 3.) Auch die Schulter muß mit Metall umfaßt werden.
- Diese Meinung machte sich auch Voss in seiner Konstruktion zu eigen, ja er setzt diesen Forderungen noch folgende hinzu:
- 4.) Die Kaufläche oder die Schneidekante muß so geformt und dimensioniert sein, daß der Metallkörper der Krone allein den Kaudruck aufnimmt.
  - 5.) Die Blende muß mehr als ein Jahrzehnt Farbe und Form unverändert bewahren und den natürlichen Zähnen möglichst ähnlich sein.
  - 6.) Die durch die Angliederung der Brücken auftretenden Belastungsmomente muß der Metallkörper der Krone ganz aufnehmen und auf den Pfeiler übertragen.

Der Werdegang der Voss'schen Verblendkrone, die 1957 veröffentlicht wurde, ist folgender: der Stumpf wird fast zylindrisch präpariert, wodurch man eine optimale Haftung erreicht, wie van Thiel nachgewiesen hat. Es erfolgt nun das

Anpassen des Kupferringes, der besonders labial 1 mm unter das Zahnfleisch reichen soll, und das Anlegen der labialen Stufe, die 0,3 bis 0,5 mm unter den Zahnfleischrand versenkt wird und approximal ausläuft. Mesial sollte man die Stufe weiter in den Approximalraum hineinlegen, als distal, um auf diese Weise eine bessere kosmetische Wirkung zu erzielen. Es folgt der Kupferring-Kerrabdruck und die Herstellung des Modelles. Da nach Meinung des Autors mit praxisüblichen Methoden kein kontraktionsloser Guß hergestellt werden kann, faltet er auf dem Stumpfmodell oral und approximal Zinnfolie. Am Kronenrand läßt er 1 bis 1,5 mm frei. Labial wird eine Platinfolie anrotiert, die über die Stufe und die Spitze des Stumpfes herüber und in die approximalen Seiten hineinreicht. Die approximalen und okklusalen Ränder der Platinfolie werden zur sicheren Fixierung im Wachs gezahnt und verschränkt.

Aus einem vakuumgebrannten Porzellanzahn von passender Form und Farbe wird nun die Blende herausgeschliffen. Für besonders geeignet hält Voss Goldknopfzähne z.B. Biodentzähne, wegen ihrer körperlichen Gestalt und ihrer durch Vakuumbrand bedingten leichten Schleif- und Polierbarkeit. Es sollen nur Formen verwendet werden, die am Zahnhals breit genug sind, um den Stumpf zu umfassen. Er weist auch auf Fluordensschalen von Hutschenreuther wegen ihrer besonderen Breite am Zahnhals hin, bedauert aber die begrenzte Formenauswahl und die geringe Wandstärke, die ein Nachschleifen der Schalen selten ermögliche. Der Porzellanzahn wird am Hals fast bis zur angedeuteten Schmelzdentingrenze gekürzt, wobei gleichzeitig dem Rand die Gestalt der labialen Stufe gegeben werden soll. Die Porzellanschale wird auf der Rückseite mit einer Schrägung oder Hohlkehle versehen, um der Metallschneide die unbedingt notwendige stabile Form zu geben. Der Querschnitt der Schneidekante zum Kronenkörper hin soll laufend zunehmen, wodurch ein Träger gleicher Spannungen mit wesentlich größerer Belastbarkeit entstehen soll. Gerade die Festigkeit des Schneidenschutzes betrachtet Voss als entscheidend für die Haltbarkeit der Verblendkrone. Könnte der Stumpf weit genug gekürzt werden, so bleibt zwischen Stumpf und Schneidekante ein Porzellanbalken an der Blendschale erhalten, der die weiter cervikal halbmondförmige dünne Schale versteifen und das Hantieren vereinfachen soll. Außerdem gibt nach seiner Ansicht dieser Balken der Blende ein gutes Aussehen, da die hier vorhandenen transparenten Farbschichten zur Geltung kommen. Die auf dem Stumpf anrotierte Platinfolie wird mit 0,25 mm dickem Plattenblauwachs bedeckt und die Schale in der gewünschten Stellung eingepreßt. Das Wachs füllt somit den Raum zwischen Modellstumpf und Facette aus. Bei den fest anliegenden Stellen ist noch die Platinfolie zwischen Stumpf und Porzellanschale. Anschließend wird die Rückenplatte modelliert, wobei das Metall bzw. Wachs die Schale von außen zungenartig umfassen soll, ohne aber labial sichtbar zu sein. Unter der Stufe wird ein Rand von ca. 1,5 mm Breite modelliert. Nach dem Abheben der Facette wird die Zinnfolie entfernt, das Wachsmodeill mit der Platinfolie eingebettet und gegossen, wobei mindestens ein Kanal auf die sehr dünne, der Platinfolie anliegende Wachsschicht gerichtet sein soll.

Nach dem vorschriftsmäßigen Guß ist die Platinfole auf ihrer Vorderseite überall mit Gold bedeckt, auch an den Stellen, wo kein Wachs aufgelegt hat. Zwischen Stumpf und Porzellan liegt also eine dünne, aber ununterbrochene und feste Metallschicht, die den Stumpf abschließen und der Krone Stabilität verleihen soll, ohne mehr als unvermeidlich aufzutragen. Es erfolgt nun das Ausarbeiten und Einpassen der Facette. Beim Aufpassen auf den Stumpf braucht man nur auf den Rand zu achten, da der übrige Teil durch die Zinnfolie hohl liegt. Der cervikale, von der Blende 0,5 mm breite Rand der Krone muß besonders sorgfältig poliert werden, da er relativ weit in die Zahnfleischtasche reicht. Die Platinfole bietet hier nach Ansicht des Autors noch einen Vorteil, weil sie völlig homogen und gut polierbar ist. Die klinischen Erfahrungen nach Tragezeiten von 5 Jahren - sowohl als Einzelkrone, wie auch als Brückenanker - bezeichnet Voss als gut.

Gins berichtet noch, daß auch in den USA. bei der Herstellung von Frontzahnkronen mit Porzellan-Facette Platinfole angewendet werde, z.B. bei der Krone nach Hollenback, die der Rank'schen Facettenkrone ähnlich ist. Die Porzellanblende wird dabei seitlich mit Flanschen versehen, wie sie Loewenstein 1952 beschrieben hat.

### C. VERBLENDEKRONEN MIT KUNSTSTOFFBLENDE

Nach all' den Schwierigkeiten, die das Porzellan als Verblendmaterial mit sich brachte, sei es durch häufigen Bruch zu dünner Facetten, sei es durch schwierige Verarbeitung wie das direkte Aufbrennen auf Metall, oder das Herausfallen der Facette, glaubte man, als der Kunststoff auf den Markt kam, in diesem das richtige Verblendmaterial gefunden zu haben. Jesensky hat 1941 als erster eine Facetten-Krone mit Kunststoffverkleidung für den mittleren Schneidezahn veröffentlicht. Die Präparation gleicht der für eine Metallvollkrone, nur wird labial etwas mehr abgetragen. Es erfolgt dann Abdrucknahme und Modellherstellung. Auf das Modell wird eine Metallkappe aus schwächerem Blech oder Guß aufgepaßt. Diese wird dann im Munde aufgesetzt, der Biß in Wachs festgestellt und ein Gipsabdruck genommen. Die Kappe wird dann approximal und palatinal zur Kronenform ausmodelliert und gegossen. Die Schneidekante und die Übergänge in die Approximalfläche werden mit Retentionseinkerbungen zur Verankerung der Palapont-Facette versehen. Die labiale Fläche wird dann mit Bohrern aufgeraut und an einigen Stellen nach außen perforiert. Dann wird die Facette modelliert, eingebettet und nach dem Ausbrühen ein Stück dünnes weißes oder zahnfarbendes Papier angedrückt, wodurch die Form der Facette in das Papier abgedrückt wird. Den abgedrückten Teil des Papiers schneidet man mit einem Überschuß von 0,5 mm aus, legt den Papierausschnitt an die vordere Fläche der Krone, drückt ihn an ihre geraute Oberfläche

und setzt ihn in die Retentionseinkerbungen ein. Auf diese mit Papier bedeckte Fläche wird Palapont in Überschuß aufgetragen, mit Zinnfolie isoliert, gepreßt und polymerisiert. Anschließend wird die Krone ausgearbeitet und poliert. Diese Facette macht Jesenský nur 0,75 mm stark, weil er glaubt, das Metall würde durch die Papierunterlage nicht durchscheinen und daher die Farbe der Facette auch in dieser dünnen Schicht unverändert bleiben. Einen zur Metallabdeckung bestimmten speziellen Decklack hält er nicht für besonders geeignet, da dieser beim Auftragen zuerst in die Unebenheiten der Oberfläche einfließt und deshalb stellenweise in genügend starker Schicht aufgetragen werden muß, um auch die von ihm zuerst gemiedenen Stellen zu decken. Da die Stärke der ganzen vorderen Facettenoberfläche 1 mm nicht übersteigen soll, muß die Metallkappe 0,20 mm, das Papier 0,05 mm und die Facette 0,75 mm dünn sein, um ein sehr störend wirkendes labiales Ausbuchten der Krone aus dem Zahnbogen zu vermeiden. Rank bemerkt dazu, daß Jesenský mit dieser Krone gleich der erste Wurf gelungen sei. Etwas Kopfzerbrechen hätte lediglich das Durchscheinen des Metalls bereitet, was er ja durch das Dazwischenlegen des Papiers beheben wollte.

Krampera, der zu Ehren Jesenský's an dieser Krone weitergearbeitet hat, versuchte diesen Fehler dadurch auszugleichen, daß er zweimal polymerisierte und dabei die Farbe besonders auswählte, um eine Facette zu erhalten, bei der das Metall nicht so sehr durchscheinen konnte. Auch andere kleine Veränderungen sind schon bei Krampera zu finden, der bestrebt war, eine Frontzahnkrone zu präsentieren, die den gestellten Anforderungen genügte. Rank stellt ausserdem fest, daß sowohl Jesenský wie auch Krampera nicht den Fehler begangen hätten, den Kunststoff direkt auf den Zahnstumpf aufliegen zu lassen, sondern einen ausgesparten Metallraum zwischen Stumpf und Facette eingefügt hätten, um den Stumpf zu schützen. Er betont weiter, daß die Metallzwischen-schicht beim Kunststoff noch wichtiger sei, als beim Porzellan, da der Kunststoff biegsam ist und den ständigen Kaudruckerschütterungen leichter nachgibt. Jesenský hat zwar die Metallzwischen-schicht mit dem Bohrer durchlöchert, um den Kunststoff möglichst gut zu befestigen, Krampera aber hat diese Perforationen aufgegeben und sich mit der Randhaftung in den Metallschichten begnügt.

Nach diesem immerhin beachtlichen Anfangserfolg haben sich immer mehr Autoren dem Kunststoff zugewandt. Sendtner veröffentlichte 1943 eine Metallkrone, der an der Vorderfläche ein Kunststoff - es handelte sich fast ausschließlich um Palapont - aufgepreßt wurde. Das Metallgerüst gewinnt er aus einer Hülsenkrone, deren Metallvorderwand zu einem Teil ganz entfernt wird, zum anderen Teil streifenförmig und umgebogen als Retention für den Kunststoff verwendet wird. Langer hält diese Konstruktion zwar für sehr einfach, bemängelt aber den für den Kunststoff zu geringen Halt und den fehlenden Schneidenschutz, auf den er ungern verzichtet. Reumuth berichtet über diese Konstruktionsform,

daß Verfärbungen des Kunststoffes auftraten, eine Erscheinung, die er damit erklärt, daß der Kunststoff zum großen Teil dem Metall aufliegt, von dem er sich durch Spannungsänderungen ablöst.

Wunderer verwendet als Brückenanker eine Palapontmantelkrone mit Metallrückenwand und Kantenschutz, verbunden mit Zapfen und Schlaufen zur Kunststoffverankerung.

Fürst setzt sich in einer größeren Arbeit mit Kronen für vitale Zähne auseinander, wobei er zur Frage der Präparation so Stellung nimmt, daß er zum Unterschied von anderen Autoren nicht für eine absolute Stufenpräparation eintritt, sondern sie nur an den Frontzähnen für nötig hält. Zwischen Facette und Zahn legt er im mittleren Stumpfbereich kein Metall; zur Retention verwendet er okklusale und seitliche Rillen, in manchen Fällen gießt er Haltpunkte mit. Für Frontzähne ändert Fürst die Präparation, sodaß er neben der labialen Schulter, die zum Unterschied zur Spring-Krone keinen Ringanteil trägt, in die Approximalflächen Führungsrillen einschleift, um der Gußkrone eine vermehrte Stabilität zu geben. Diese Facetten sind außer bei unteren Schneidezähnen keinem Kaudruck ausgesetzt. Sind ausnahmsweise besondere kosmetische Erfordernisse vorhanden, geht Fürst von dem Grundsatz, den Kaudruck durch Metallfassungen abzufangen, ab. Er verwendet für solche Fälle an unteren Prämolaren und Molaren "armierte Facetten". Diese liegen in einem bucco-okklusalen Kästchen und werden durch zwei Golddrähte, (0,6 mm stark) die parallel gelegt von bucco-gingival nach linguo-okkusal laufen, retiniert. Gegen einen Teil dieser Ausführungen von Fürst nimmt Schiller insofern Stellung, als er meint, daß die Originale Lenk-Spring-Verankerung beizubehalten wäre. Schiller behauptet weiterhin, daß sich seine Retentionsrille bzw. Retentionsleiste noch besser bewährt habe.

Proell hat 1947 eine weitere Methode einer kunststoffverkleideten Metallkrone angegeben. Er präpariert dabei den Stumpf besonders sorgfältig konisch und schleift die Vorderfläche der Frontzähne muldenförmig aus, um das Fenster der Metallkrone mit einer genügend dicken Kunststoffschicht verkleiden und dieser an dem Metallring am Zahnfleischrand ausreichenden Halt geben zu können. Nach der Präparation wird ein Ring nach einem Kerrabdruck unter vorheriger Feststellung des Umfanges mittels Dentimeter angefertigt. Nach dem Anpassen dieses Ringes wird Abdruck genommen und das Modell hergestellt; der Deckel wird gegossen und mit dem Ring verlötet, wie bei der Herstellung einer Vollkrone. Dann wird das labiale Fenster angelegt und die Krone einprobiert. Den Halt des Palaponts am Rande des Kronenfensters hält Proell auch ohne die von Sendtner empfohlenen cervicalen Metall-Leisten gewöhnlich für durchaus gewährleistet. Liegt indes die Fensterkrone dem Stumpf allseitig eng an und ist ein weiteres Beschleifen desselben unmöglich, legt er mit Bohrern Lochretentionen an, die schwalbenschwanzförmig gestaltet sind und eine sichere Befestigung des Palaponts gewährleisten sollen. In das Fenster der aufgesetzten Krone wird Kerr gedrückt und darüber Gipsabdruck genommen. Anschließend wird die Verkleidung in Preponwachs modelliert, eingebettet und polymerisiert.

Einen weit besseren Abschluß am Zahnhals des Ringes der Fenster-Krone will Proell mit der gegossenen Orton- oder Stufenkrone erreichen. Er gestaltet sie auf dem Modellstumpf in Einbettmasse mit 1/10 Verjüngung, die als Platzhalter für die in Wachs zu modellierende Fensterkrone dient. Das Durchschimmern des metallenen Kronengerüsts soll durch eine genügend dicke Palapontauflage verhindert werden. Der Kunststoff reicht am Zahnhals etwas unter das Zahnfleisch. Durch Erweiterung des Fensters nach mesial und distal hin soll ein Erscheinen des Metalls an der faciaalen Fläche verhindert werden. Diese "Palapont-Verblend-Krone" ist als Einzellersatz und Brückenanker gedacht. Für kleine Zähne und jugendliche Zähne will Proell sie nicht angewendet wissen, da diese nicht genügend beschliffen werden können.

Pfeiffer übte Kritik an dieser Proell'schen Verblendkrone und sah sich zu verschiedenen Änderungen veranlaßt, die er wie folgt formuliert:

1.) Da jeder, auch der eng anliegende Kronenring, im Zuge des Arbeitsvorganges nachgibt, verbietet sich beim Aufsetzen einer Brücke deren Anker "Verblendkronen" sind, jeder stärkere Preßdruck, was besonders bei größeren Brücken - z. B. vom Eckzahn zum ersten Molaren, bei welcher der Eckzahn eine Verblendkrone trägt - von Nachteil ist. Der Preßdruck wird indirekt auf das Palapont fortgesetzt und es besteht, trotz Lochretentionen, die Gefahr des Abspringens der Facette an ihrer relativ schwachen Ansatzstelle am Zahnhals. Der mangelnde Preßdruck kann zu einem vorzeitigen Loslösen der Brücke führen. Aus den oben angeführten Gründen kann auch ein 24-stündiges Einbeißen der Brücke - hin und wieder von Vorteil - nicht gewagt werden.

2.) Die Füllung der vorbereiteten Metallkrone mit Kerrmasse vor dem Abdrucken, hat den Nachteil, daß die Masse palatinal nicht genügend dem Preßdruck auswich, da die Ausweichmöglichkeiten nur labial und cervikal lagen, so daß - wenn auch kaum wahrnehmbar - die Krone nicht ihren ursprünglichen Sitz erreichte. Dies hat wieder den unter 1.) gegebenen Nachteil zur Folge. Pfeiffer zog daraus folgende Konsequenzen:

ad 1.) Labial ist eine Stufe zu präparieren, wodurch eine Verstärkung des Palaponts am Zahnhals von 1 bis 2 mm erreicht wird. Zudem fühlt man beim Einsetzen der Brücke das Aufsetzen auf die Stufe, also eine Führung des Druckes und der Praktiker weiß, wie weit er ihn ausführen darf. Die Verstärkung des Palaponts in Verbindung mit Lochretentionen ließ sogar ein 24-stündiges Einbeißen der Brücke zu. Ein Loslösen der Brücke, besonders bei kürzeren Zähnen, konnte nicht mehr beobachtet werden. Bei ausgesprochen kurzen Zähnen empfiehlt sich die Anfertigung der Verblendeten Orton-Krone.

Zu 2.) Um den genauen Sitz der Krone zu erhalten führte Pfeiffer die Kerrmasse erst in situ durch Stempeldruck ein. Danach wurde der Stempel mit einem heißen Messer durchgeschnitten und wie üblich geglättet.

Die Bi-Krone von Biesalski, die speziell für Prämolaren und Eckzähne gedacht ist, wird auf ähnliche Weise hergestellt, wie die Krone von Proell und Pfeiffer, denn auch in diesem Falle wird der Kunststoff - hier handelt es sich aller-

dings um eine hohl geschliffene Facette - auf ein Gerüst aus Goldblech aufpolymerisiert. Zuerst wird der Stumpf wie für eine Metallvollkrone präpariert, dann wird die labiale Partie etwas fliehend zugeschliffen, soweit es die zu erhaltende Pulpa erlaubt. Der Abstand zum Antagonisten hin soll etwa 2 mm betragen. Es wird nun Ringmaß genommen, der Ring gelötet, adaptiert und konturniert, wie für eine Metallvollkrone. Mit diesem Ring, der nun mit Kerrmasse gefüllt wird, erfolgt der Abdruck, über den noch ein Gipsabdruck gemacht wird. Biesalski nimmt diesen Gipsabdruck ohne Löffel, er läßt den Patienten nur in einen Gipskloß hineinbeißen. Nach Anfertigung des Modells wird der Ring von diesem abgezogen und auf der labialen, bzw. bukkalen Seite so ausgeschnitten, daß nach dieser Seite am Gingivalrand nur ein 1 bis 1,5 mm breiter Rand stehen bleibt, der in dieser Breite bis in das erste Viertel beider Interdentalräume verläuft und von dort leicht fliehend wieder zur vollen Höhe des Ringes ansteigt. Nun wird von einer wieder aufsteigenden Kante zur anderen hin ein kleiner Blechstreifen von 1 bis 1,5 mm Breite gelötet, am besten da, wo der ausgeschnittene Rand wieder beginnt, sich dem kauflächenwärts gelegenen Ringrand zuzuwenden. Einen weiteren Streifen ähnlicher Breite kann man, falls genügend Platz vorhanden ist, auch noch am mastikalen Ringteil anbringen. Zum Verlöten läßt man den Blechstreifen an beiden Seiten ein wenig überstehen. Man kann die Streifen entweder gleich anlöten, oder erst eine Nut ins Blech schneiden, die Streifen hineinlegen und dann erst verlöten. Diese Laschen bilden die Retention für den Kunststoff; sie sollen so angebracht werden, daß zwischen dem Palapont und dem Stumpf genügend Platz frei bleibt, sodaß dieses Material eine genügende Verankerung findet. Der Ring wird dann ausgearbeitet und poliert, auf das Modell zurückgebracht und hier wird von innen nach außen für Kontaktpunkte gesorgt. Schon beim Abdruck soll man sich eine passende Palapontfacette auswählen, die dann zu einer hohlen Schale ausgeschliffen wird, sodaß sie sich in ihrem ganzen marginalen Rand dem bukkalen kauflächenwärts gerichteten Ringrand genau anpaßt. Nun wird der Ring auf das Modell gesetzt, die Schale an den vorgesehenen Ort gebracht und der Rest der Krone durch Aufträufeln von Wachs auf den Stumpf und über die Ringlasche fertig modelliert. Dort, wo Palapont und Metall zusammenstoßen, kann man das Wachs übermodellieren, da man dadurch später beim Ausarbeiten saubere Grenzen zwischen Kunststoff und Metall erzielen kann. Die Kaufläche wird nur grob modelliert und erst beim Ausarbeiten richtig gestaltet, da Biesalski von oben her stopft. Selbst nach der Polymerisation kann die bukkale Fläche noch nachkorrigiert werden, da sich Palapont leicht wieder polieren läßt.

Biesalski gibt folgende Vorteile der Bi-Krone an:

- 1.) Die Festigkeit ist durch die Metallarmierung garantiert.
- 2.) Der kosmetische Effekt ist einwandfrei, da es infolge der fabrikfertigen ausgeschliffenen Facette keine Farbversager gibt.
- 3.) Der am Gingivalrand sichtbare, feine Metallsaum stört so gut wie gar nicht und ist in vielen Fällen überhaupt unsichtbar.

4.) Die Pulpa bleibt erhalten, da der Stumpf nicht übermäßig geschliffen werden muß.

5.) Die Krone paßt wie eine Jacket-Krone, ist jedoch ohne Stufe anlegbar. Den Namen Bi-Krone gab ihr Biesalski deshalb, weil sie aus zweierlei Material besteht und hauptsächlich für bikuspidaten gedacht ist, aber auch für Eckzähne und Molaren angewendet werden kann.

Grabkowitz gab 1950 eine facettierte Krone an, deren Metallgerüst aus Gold oder rostfreiem Stahl hergestellt wird. Zuerst wird eine Metallvollkrone hergestellt und poliert, deren labialer Teil - wie bei einer Fensterkrone - ausgeschnitten wird. Nachdem etwa 0,5 bis 1 mm von der Dentinschicht der Labialen, vom Metall nicht bedeckten Vorderfläche abgetragen wurde und eine Einprobe im Munde zeigte, daß alle Ränder der Krone, die das Fenster bilden, vom Dentin frei liegen, wird mittels Kernmasse nochmals vom Kronenfenster und Stumpf Abdruck genommen. Am ausgegossenen Modell wird dann durch Wachsmodellierung und später Polymerisation der fensterartige Ausschnitt der Vollkrone facettengleich im Kunststoff ersetzt. Langer bemerkt dazu, daß durch die Vertiefung der Labialfläche der Halt des Kunststoffes erhöht werde, da durch diese Maßnahme auch die Fensterränder zum Halt beitragen könnten.

Diese Art der gefensterten Vollkronen mit Kunststoffverkleidung und ohne Schneidekantenschutz, wie sie Sendtner, Fürst, Proell, Pfeiffer und später auch Biesalski und Grabkowitz empfahlen, bezeichnet Strack als ein fragwürdiges Experiment. Eine Verblendkrone, die diesen Namen zu Recht tragen will, ist nach seinem Dafürhalten im Gussverfahren herzustellen. Der Quellung des Kunststoffes trägt er dahingehend Rechnung, daß er stark unter sich gehende Räume schafft, um dem Kunststoff genügend Retentionsmöglichkeiten zu bieten. Nach diesen Gesichtspunkten hat er 1947 seine gefensterte Krone angegeben. Hierbei umfaßt die Schneidekante aus Guß etwas die Schneidekante des Stumpfes. Der Kunststoff wird in Unterschnitten unter der Kante verankert und umfließt auch den sonst vom Zement erfüllten Raum zwischen Metallkrone und Stumpf restlos, sodaß bei genügender Schichtdicke in der Front ein sicherer Halt des Materials resultiert. Selbstverständlich muß bei notwendig werdendem Anguß bis an den Stumpf genügend Raum für die Verankerung gelassen werden. Der Arbeitsablauf geht so vor sich, daß der fertige Metallguß in einer Zwischensitzung dem Patienten einprobiert wird. Paßt er, so wird die Krone mit weißem Preponwachs innen ausgefüllt, beides hinreichend erwärmt und nochmals auf den Zahnstumpf geschoben. Im Munde wird dann die Facialfläche vormodelliert und im Labor nachgearbeitet. Dadurch soll erreicht werden, daß der Kunststoff den Stumpf restlos umgibt. Langer berichtet, daß Strack den Kunststoff nicht von außen auflegt, sondern ihn von innen her in die Krone einarbeitet. Diese Idee stammt von Hillemann, der dieses Verfahren, das er Blendkrone nannte, bereits 1936 angegeben hat. Strack will seine gefensterte Krone für Frontzähne und obere Prämolaren angewendet wissen, dagegen nicht für die Verkleidung oberer Molaren und unterer Prämolaren und Molaren.

Das Problem des ästhetischen Kronenersatzes im unteren Seitenzahnbereich wurde von Földvári und Huszár zusammenhängend erörtert. Ihr Bestreben geht dahin, eine Kronenkonstruktion zu schaffen, die hinsichtlich Größe, Form und Farbe dem natürlichen Zahn gleichzusetzen ist. In dieser Frage bestehen ja wesentliche Unterschiede zwischen beiden Kiefern, da im Oberkiefer nur die bukkale Fläche zu decken ist, während im Unterkiefer vor allem die okklusale und das erste Drittel der vestibulären Fläche umhüllt werden muß. Den Arbeitsvorgang halten beide Autoren in dem Moment für erleichtert, in dem man sich zur Devitalisation entschließt, was sie aber heute in keiner Weise mehr als berechtigt halten. Diese Krone verlangt eine bukkale Schulterterappe und ein stärkeres Beschleifen der Kaufläche. Nach einem Kupferingabdruck wird eine Metallgrundkrone aus Platingold, Vitallium oder Silberpalladium gegossen. Der Halt der Akrylat-Facetten erfolgt durch entsprechende kastenartige Einschnitte in der Metallkrone und durch Aufpolymerisieren der Akrylat-Facetten auf zwei feine Platin- oder Silberpalladiumkrampons, die meist vernietet, in einigen Fällen auch nur einzementiert werden. Diese Facetten sollen gleich gut halten, wie Platinstiftzähne in Brücken-zwischengliedern. Diese Kronenform wurde von Földvári und Huszár weiter ausgebaut, um einen kosmetischen Ersatz für Unterkieferseitenzähne zu finden. Sie stellen nämlich für eine solche Krone getrennt von einander zwei Facetten her, eine bukkale und eine okklusale, die sie spaltlos aneinander fügen. Die Nietstellen der bukkalen Facette liegen nahe der Kaufläche. Die Kauflächenfacette wird von 2 bis 3 Krampons gehalten. Hat sie nur 2 Stiftchen, sind diese eher bukkal als lingual anzubringen und werden beim Zementieren vernietet, während bei 3 Stiftchen nur das linguale genietet und die 2 bukkalen einfach zementiert werden. Das linguale Stiftchen soll nicht parallel zur Längsachse des Zahnes verlaufen, sondern mit ihr einen rechten Winkel bilden. Die feine Berührungslinie der Facetten wird von den Autoren im Mund gar nicht als störend empfunden. Ist die Krone für einen Klammerzahn bestimmt, wird nur eine Kauflächenfacette angefertigt, die sich auf das oberste Fünftel der bukkalen Fläche ausdehnt, denn die von der Klammer berührte und der ständigen Vibration ausgesetzte Fläche soll aus Metall bestehen. Das Indikationsgebiet dieses Ersatzes soll die Karieskrone oder Ankerkrone sein; bei Teilplatten soll sie zur Geradestellung der Klammerzähne dienen.

Reumuth, dem die Richtlinien von Strack als ein wesentlicher Fortschritt in der Verblendkronentechnik erschienen, hat 1950 seine Kunststoffblendkrone ebenfalls nach diesem Prinzip gestaltet. Er vertritt die Ansicht, daß im Gegensatz zur gelöteten oder gezogenen Krone, die beim Kauakt beanspruchten Metallteile sich kaum verbiegen und daher ihrerseits auch keine Spannungen gegenüber dem Kunststoff hervorrufen können. Allerdings betont er auch, daß beim Gußverfahren große Schwierigkeiten bestehen, die eine ungenügende Paßform zur Folge haben, was er auf das Fehlen eines geeigneten Abdruckmaterials und einer Expansionseinbettmasse zurückführt; er kombiniert deshalb einen gelöteten Ring mit einem gegossenen Anteil. Den Stumpf präpariert er wie für eine Bandkrone, also leicht konisch. Der Ring soll etwas länger sein als die Zahnkrone und bukkal und palatinal ausge-

schnitten werden, also die Form einer Bischofsmütze erhalten. Anschließend wird Gipsabdruck mit dem Ring in situ genommen und dieser mit Tinit ausgegossen. Hierauf wird im Groben mit Tinitmasse auf den Stumpf so viel aufgebaut, daß es nur mehr eines gleichmäßig starken Wachsüberzuges bedarf, der sich zur Herstellung der Kontaktpunkte und zur Verstärkung auf die stehengebliebenen Ringzipfel erstrecken soll. Dieses Wachsmo­dell wird an den Ring angeschlossen und nach erfolgtem Guß evtl. noch mit ihm verlötet. Beim Modellieren ist der Gegenbiß zu berücksichtigen, denn es muß ein Schneidekantenschutz herge­stellt und eine von ihm zur Schneide des Stumpfes verlaufende und ihr aufliegen­de Nase, die ein Absinken der Krone bzw. eine Beanspruchung des Kunststoffes vermeiden und einen exakten Sitz garantieren soll, geschaffen werden. Die also im Angußverfahren hergestellte Metallkrone wird probeweise aufgesetzt und gegebenenfalls eingeschliffen. Vor der Kunststoffverkleidung wird die faciale Fläche des Stumpfes stark hohl geschliffen und die approximalen Flächen werden stark konisch gestaltet. Auch zwischen der Schneide des Stumpfes und dem Metallschneidekantenschutz muß, die oben erwähnte Nase ausgenommen, genügend Raum für den Kunststoff sein. So kann der Stumpf, abgesehen von der palatinalen Fläche, im ganzen vom Kunststoff gut umfaßt werden. Dieser findet im Raum zwischen Zahnstumpf und Kronenflächen genügend Verankerung. Auf diese Weise wird erreicht, daß der Kunststoff nicht mehr der Krone aufliegt, sondern von innen her in die Krone eingearbeitet ist. Schließlich wird der Kunststoff einpolymerisiert und die Krone einzementiert, wozu man die richtige Zementfarbe wählen soll. Reumuth weist noch besonders auf die völlig starre Gestaltung der Kaufläche hin und auf die Tatsache, daß der Kunststoff in diesem Falle gemäß der Forderung Strack's nur Verkleidungsmaterial ist, da die Kaukräfte vom Metall aufgefangen werden. Er konnte niemals ein Ablösen des Kunststoffes vom Metall oder eine Verfärbung beobachten. Auch als Brückenanker kann diese Krone Verwendung finden. Zukunft schreibt 1953, daß sich diese Krone in der Praxis gut bewährt habe, daß sie aber jetzt wegen der kosmetischen Nachteile ohne die Metallnase zur Auflage der Schneide angefertigt würde.

Vathauer, Esser und Neuls gingen dazu über, ihre gefensterten Kronen mit Kunststoffverkleidung im Gegensatz zu Reumuth ganz aus Guß herzustellen. Vathauer begründet seine Arbeitsweise neben anderen Forderungen mit dieser, daß das Metallgerüst absolut starr sein müsse, um Sprünge im Kunststoff und eine Ablösung desselben zu verhindern. Bei seiner Kappenkrone, so betont er, habe er die labiale Fläche nicht durch Kunststoff ersetzt, sondern nur verkleidet. Die Präparation erfolgt wie für eine Jacket-Krone, jedoch wird der cervikale Wulst entfernt, damit ein die Wurzel umfassendes Band Aufnahme finden kann. Die Kappe ist 0,5 mm dick und mit Rücksicht auf die Kosmetik labial gefenstert. Die Ränder des Fensters umfassen approximal den Stumpf ein wenig. Auf der Stufe liegt ringsherum eine Metallschicht, die labial höchstens 0,3 mm dick sein soll, sodaß sie nicht über den Zahnfleischrand hinausragt. Das labiale Band kann sehr niedrig sein, da es durch das Metall auf der Stufe eine wesentli-

che Verstärkung erfährt. Bis zum Boden der physiologischen Zahnfleischtasche umfaßt also ein Ring die Wurzel, der labial sehr niedrig ist, palatinal dagegen sehr hoch sein muß, wie es die Lage der Stufe am Pfeiler vorschreibt. Nach dem Guß der Kappe wird die Rückenfläche, die sich im Frontbereich als palatinal Fläche mit fein auslaufendem Schneidekantenschutz darstellt, gegossen und aufgelötet. Diese Rückenplatte wird so gestaltet, daß zwischen ihrer cervikalen Begrenzung und der Stufe der Kappe ein Zwischenraum von 1 bis 2 mm bleibt, der einen rings um die Kappe laufenden Palaponttring zur Retention des facialem Palapontschildes aufnehmen soll. Weitere Retentionen sind unter sich gehende Stellen zwischen Kappe und Rückenplatte und mit einem Radbohrer gezogene Rillen. Bei Anfertigung einer Kappenkrone mit Stiftaufbau kann man auf das labiale Fenster verzichten, da der Stift viel dünner ist, als ein vitaler Zahnstumpf. Die Rückenplatte wird in diesem Falle mit der palatinalen Stufe verlötet. Zwischen Rückenplatte und Kappe bleibt aber dennoch ein Zwischenraum für das Palapont. Vathauer preßt keine fertige Kunststoff-Facette auf, da ihm ein homogener Palapontblock günstiger erscheint. Seiner Ansicht nach genügt seine Kappenkrone den kaufunktionellen Ansprüchen und ist in prophylaktischer Hinsicht den Bandkronen überlegen, da der Ring gegossen wird. Die Schneidekante soll nicht sichtbar sein; er hält aber ein Ablösen des Kunststoffes von der Metallschneide für möglich.

Esser präpariert bei der Herstellung seiner Verblendkrone den Stumpf im Gegensatz zu Vathauer nur mit labialer Stufe. Über den Modellstumpf modelliert er aus Wachs ein Hütchen, das rahmenartig über die seitlichen Kanten auf die Lippenfläche reicht. Wenn es der Raum zuläßt, wird der Rahmen durch ein labiales Band verstärkt, wodurch das Hütchen wie eine Fensterkrone den Zahnstumpf umschließt. Es wird aus Platingold gegossen, auf den Zahn gesteckt, Gipsabdruck und Biß genommen, das Hütchen mit Gußmasse ausgefüllt und nach dem Abbinden der Gußmasse der Abdruck mit Gips ausgegossen. Die labiale Stufe und die Nachbarzähne am Modell werden eingeölt und nach dem Auftragen von Gußmasse wird die Krone modelliert. Dann wird zungenseits die Gußmasse bis zum Metall des Hütchens und seitlich so weit abgeschabt, daß für eine 0,3 mm dicke Wachsschicht Platz bleibt. Die Krone wird mit Ausnahme der Lippenfläche mit Wachs bedeckt, eingebettet und mit Platingold gegossen. Anschließend werden Hütchen und Kronenmantel verlötet und die labiale Fläche mit Wachs modelliert. Nun erfolgt Einprobe im Munde und wenn diese erfolgreich verläuft, wird das Wachs durch Kunststoff oder eine vorher eingepaßte Kunststoff-Facette ersetzt. Koller meint, daß diese Krone, wie auch alle ähnlichen darunter leide, daß sie plump aussehe oder zuviel Metall sehen ließe; ferner würde das Metall durch den Kunststoff durchscheinen. Ähnlich den Kronen von Vathauer und Esser ist die Verblend-Krone nach der Bonner Methode, die Neuls 1955 angegeben hat. Auch sie besteht aus einer Kunststoff-Blende und zwei metallischen Teilen, einem inneren eng anliegenden und einem äußeren formgebenden Teil, die beide miteinander verlötet werden. Der Zahn wird wie für eine Vollkrone präpariert, nur wird labial und approximal etwas mehr weggenommen. Würde die Blende am labialen Gingivalsaum zu dünn, oder durch Platz-

mangel approximal die Modellierung erschwert, muß labial oder approximal unter dem Gingivalsaum eine Stufe präpariert werden. Der innere Teil der Krone, der labial die präparierte Zahnfläche nicht bedeckt, wird auf einem Zementmodell in 0,3 mm dickem Wachs modelliert, eingebettet und gegossen. Nun wird der äussere Teil mit den Retentionen für die Kunststoffblende modelliert und gegossen. Um den äusseren Teil immer an den gleichen Platz bringen zu können, kann man den inneren Teil mit seichten vertikalen Rillen und einer horizontalen Schulter versehen, die nach der Verlötung reduziert werden kann. Der formgebende Teil braucht palatinal nicht bis zum Zahnfleischsaum zu reichen. Er kann bereits im incisalen Drittel enden, wenn die Platzverhältnisse es verlangen; lediglich der innere Teil muß die präparierte Fläche bis unter den Zahnfleischsaum bedecken. Die Blende wird aus Palapont angefertigt. Verfärbungen oder Ausbrechen des Kunststoffes konnte Neuls nur selten beobachten. Er führt diese Nachteile auf unsachgemäße Verarbeitung des Kunststoffes, z.B. auf Mißachtung des Mischverhältnisses von Pulver zu Flüssigkeit und die dadurch entstehende Schrumpfung zurück. Als Metalle verwendet er goldfarbene Legierungen, da diese seiner Ansicht nach der Grundfarbe unserer Zähne am nächsten liegen. Silberfarbene Legierungen hält er für weniger geeignet, da sie häufig die sorgfältig ausgewählten Zahnfarben beeinflussen.

Rink wendet einen Brückenanker an, der mit Kunststoff verkleidet ist und dessen Gestaltung die Prinzipien einer Teilkrone zu Grunde liegen. Die seitlichen Rillen sollen die hauptsächlich auftretenden Belastungen kompensieren und brauchen gingivalwärts nicht besonders weit herab zu reichen, da im Gegensatz zur Teilkrone wegen der Gefahr einer evtl. Aufbiegung, eine schmale zirkuläre Kontinuität des Metalls entlang dem Zahnfleischsaum bestehen bleibt. Die Verkleidung wird im Mund mit weißem Wachs bei der provisorischen Eingliederung vormodelliert. Rink empfiehlt, keinen schnell härtenden Kunststoff zu nehmen, da dessen physikalische Werte geringer als bei thermisch polymerisiertem Kunststoff seien und der Werkstoff, während der Polymerisation dauernd mit dem beschliffenen Zahn in Kontakt stehe, wenn der Arbeitsgang im Munde durchgeführt werde, was Veränderungen der Pulpa verursachen könnte. Steht nur ein vitaler Frontzahn, der als Brückenanker herangezogen werden soll, für eine Kunststoffverkleidung günstig, d.h. etwas gaumen- oder zungenwärts, versucht Rink, den Stumpf gänzlich mit einer Art gegossener Vollkrone, an die labial in einem dafür vorgesehenen Raum Kunststoff gebracht wird, zu umgeben. Diesen Anker wendet er nach Möglichkeit bei ausgedehnten Brücken an, an die besonders hohe Anforderungen bezüglich der Festigkeit gestellt werden. Diese Krone unterscheidet sich von der eben geschilderten insofern, als labial eine Stufe angebracht wird und die beiden seitlichen Rillen evtl. in Wegfall kommen können. Er bezeichnet diese Krone aber noch nicht als Ideallösung.

Stahl hat 1958 eine Verblendkrone entwickelt, welche die labiale Fläche des Zahnes frei von Metall läßt, um ein gutes kosmetisches Aussehen zu erzielen. Die Präparation wird ohne Stufe ausgeführt, aber mit einer Auskehlung der labia-

len Fläche sowie der mesialen und distalen Kante. Die bukkale Auskehlung wird von einem 1,5 mm breiten Band umgeben, das im Querschnitt etwa einem gleichseitigen Dreieck entspricht, dessen Spitze als Abschlußrand in der physiologischen Zahnfleischtasche liegt, während die Basis, ungefähr 1 mm über der Gingiva, für den Kunststoff eine massive ca. 1,5 mm breite Stufe abgibt. Der Gingivalsaum ist durch den absichtlich stärker nachgebildeten "gingivalen Randwulst" von Insulten und dadurch vor Retraktion geschützt. Nach dem Polieren wird die Stufe stumpfwärts abgeschrägt, wodurch der Kunststoff cervical eine unlösbare Retention erhalten soll. Die übrigen Ränder der Metallaussparung werden ebenfalls nach der Politur mit einem Steinchen eckig geschliffen, damit der Kunststoff sich später gut mit dem Metall verbinden und exakt abschließen kann und Federränder, die zu Verfärbungen führen würden, mit Sicherheit vermieden werden können. Unterschnitte können zusätzlich angebracht werden, was aber Stahl nicht für nötig hält, da der Kunststoff den ganzen Zahn umgibt und nicht nur bukkal eine Facette einpolymerisiert ist und daher die Verblendung sich nicht lockern oder verfärben kann. Der Stumpf kann auch mit Metall überzogen werden, was Stahl jedoch ebenfalls für überflüssig hält, da der kosmetische Anteil darunter leidet. Den Vorteil sieht er darin, daß labial gleich von der Stufe ab eine kräftige Kunststoffschicht gelegt werden und auf die vorhandene Zahnfarbe abgestimmt werden kann, was ein naturgetreues kosmetisch einwandfreies Aussehen verbürge. Für eine Verblendkrone, für Prämolaren hergestellt, kann eine okklusale Abstützung der Metallkaufläche erfolgen, während bei Verblendkronen für Frontzähne eine incisale Abstützung der Kaukante auf dem Stumpf vorgenommen werden soll. Die Kontaktpunkte sollen stets aus Metall, die sichtbaren Flächen aus Kunststoff bestehen. Diese Krone soll hauptsächlich im Unterkiefer, im Oberkiefer dagegen nur in den Fällen angewendet werden, in denen der knapp 1 mm breite Rand beim Lachen nicht sichtbar wird. Für Molaren empfiehlt Stahl eine Teilverblendkrone. Der Zahn wird stufenlos mit einer Auskehlung der bukkalen Fläche und der mesiobukkalen Kante präpariert. Die Metallaussparung beginnt mesial nach dem Kontaktpunkt, verläuft um die mesiobukcale Kante und endet im distalen Drittel der bukkalen Wand. Die cervikale Begrenzung bildet das bereits beschriebene dreieckige Band. Der Kunststoff umgibt wiederum den ganzen Zahn, indem er Hohlräume zwischen Metall und Zahn ausfüllt und nach außen der ca. 1,5 mm breiten, stumpfwärts abgeschrägten Metallstufe aufliegt.

Spiekermann glaubt in dem SR-Kunststoff, den er verwendet, kein Verblendmaterial mehr, sondern ein reines Kronen- und Brückenmaterial gefunden zu haben. Er stellt die palatinale Fläche in Metall her und zwar so, daß zwischen Stumpf und Metall ein Zwischenraum besteht. Von der Metallrückenfläche verläuft nach labial ein feiner Ring, der etwas unter dem Zahnfleischrand liegt, sowie etwas über diesem abgewinkelt verläuft. Der gesamte Hohlraum wird mit SR-Kunststoff ausgefüllt, so daß der Stumpf wie in einer Kunststoffjacketkrone ruht. Diese Art hat sich nach seiner Ansicht kosmetisch, statisch sowie verarbeitungsmäßig am besten bewährt.

Während also alle bisher aufgeführten Autoren, mit Ausnahme von Jesenský und Krampera, das Metallgerüst ihrer Kronen mit Kunststoffblende, sei es aus gezogenem Material oder aus Guß, labial fensterten, um dieses Fenster dann mit Kunststoff abzudecken, hat Thielemann 1951 eine Facettenkrone veröffentlicht, bei deren Herstellung der Zahnstumpf erst mit Metall bedeckt wird, bevor der Kunststoff eingepreßt wird. Auch Miller hat 1951 die gleiche Herstellungsweise für Facettenkronen empfohlen. Rank betont, daß die Arbeiten von Jesenský, Krampera, Miller und Thielemann auf dem einzig richtigen Wege seien, der bei der Facettenkrone beschritten werden müsse und der sich auch ihm bei seinen Versuchen vorgezeichnet habe.

Nach vielen Versuchen, z.B. Anlöten von Blechstreifen oder Herstellen des Rahmens im Gußverfahren und durch Einlöten eines geraden, flachen Schildes in die ausgeschnittene Facialfläche des Ringes, kam Thielemann zu folgender Arbeitsweise: Er schneidet das Ringblech um 3 mm weiter als der Zahnumfang beträgt. Dann wird es so gebogen, daß das eine Ende das andere um 1 bis 1,5 mm überragt. Auf diese Weise soll der distale Rahmenteil zuerst entstehen. Zweckmäßig ist es dabei, den facialen Ringteil so durchzubiegen, daß er der späteren Wölbung der Facette von cervikal nach mesial entspricht. Die Lötung erfolgt von innen her mit möglichst wenig Lot, damit die Winkel nicht ausgefüllt werden. Durch Anhalten am Zahnstumpf wird festgestellt und angezeichnet, wie breit die Facette sein soll und in welchem Winkel die Seitenbegrenzung verlaufen muß, damit die anatomische Form der Krone gewährleistet wird. Nunmehr wird der Ring an dieser Stelle durchschnitten und wie vorher überstehend angebogen und verlötet, dem gingivalen Verlauf des Stumpfes entsprechend konturiert und gebördelt. Hat man eine faciale Stufe präpariert, läßt man das Rückenschild der Facette auf der Stufe aufsitzen. Das Schild soll auch im okklusalen Bereich der facialen Wand des Stumpfes anliegen, damit kein kostbarer Raum verloren geht. Der Ring wird mit Kerr gefüllt und dann Abdruck genommen und darüber erfolgt noch ein Gipsabdruck. Die Ränder der seitlichen Rahmentteile werden in einem spitzen Winkel zum Schildteil gebogen, um eine ausreichende Retention für die Kunststoff-Facette zu schaffen. Nun erfolgt das Gießen des Deckels mit Schneidekantenschutz. Thielemann empfiehlt dafür eine blaßgelbe Legierung, da bei gelben und rotgelben die Farbe der Palapontfacette gestört werde. Weiße Edelmetallplatten müssen vorher vergoldet werden, sonst scheinen sie grau durch. Die Herstellung der Facette erfolgt entweder durch Zuschleifen einer fabrikfertigen Facette, die im Naßverfahren aufpolymerisiert wird oder durch Selbstherstellen der Facette im Trockenpressverfahren. Thielemann erzielte den günstigsten kosmetischen Effekt durch eine fabrikfertige Facette, die wesentlich dicker, als sie nachher sein sollte, eingeschliffen und trocken heiß aufgepreßt wurde.

Nun soll Rank, der ja als erster die völlige Bedeckung des Zahnstumpfes mit Metall gefordert hat, selbst mit seiner Konstruktion zu Worte kommen. Er präpariert den Stumpf konisch mit labialer Stufe an der Zahnfleischgrenze, um Platz für die Facette zu schaffen. Nun wird der Ring angefertigt, der zylindrisch sein

soll, aber facial und palatinal so ausgeschnitten wird, daß nur approximal zwei lange Zipfel stehen bleiben, die der später zu modellierenden Krone die entsprechende Führung geben sollen. Dadurch will Rank eine möglichst dünne, elegante Form bekommen, die eben nur dadurch zu erreichen ist, daß hier kein Ringmaterial Platz wegnimmt, sondern der Guß schon in Berührung mit der Zahnfläche kommt. Dieser Ring greift über die Stufe hinweg - ca. 0,5 bis 0,75 mm, je nachdem, wieviel Platz vorhanden ist - in die physiologische Zahnfleischtasche hinein, um für den richtigen Abschluß am Zahne zu sorgen und dem Kauakt standhalten zu können. An dieser Stufe muß also kauflächenwärts der Ring aufhören, denn hier hat die Kunststoffacette zu beginnen. Man nimmt nun, wenn der Ring in der richtigen Lage ist, einen Kupferring-Kerrabdruck, der die Schleifarbeit am Zahne genau widerspiegelt und auch den Ring in der richtigen Stellung festhält. Jetzt, oder schon vorher sucht man einen passenden Kunststoffzahn aus, der in Farbe und Form mit der Natur übereinstimmt. Damit ist die Vorbereitungsarbeit im Munde beendet und es erfolgt die Laboratoriumsarbeit. Das Modell wird in bekannter und gewohnter Weise hergestellt; das Modellieren geht auf folgende Art und Weise vor sich: Auf dem Modell wird der Stumpf mit einer 0,3 mm dicken Schicht von Plattengußwachs belegt, die man mit einem weichen Radiergummi oder mit Watte vorsichtig und sorgfältig überall anpreßt, besonders auch an der facialen Stufe. Diese Wachsschicht ergibt später den Metallgußteil, der den Zahn vor Zerstörung schützen soll und der gleichzeitig den Boden für den Facettenraum darstellt. Die aus dem Kunststoffzahn herausgeschliffene und gut zugepaßte Facette wird nun auf das Modell gebracht und zwar in der Stellung, die sie im Munde haben soll. Jetzt geht man über das ganze Modell noch einmal mit Plattengußwachs hinweg und zwar an den Seiten überall bis an die Facette heran. Rücken, Schneidekante und approximale Flächen werden der gewünschten Form entsprechend verstärkt. Zu beachten ist, daß auch auf den unteren, vorderen Teil des Ringes ein ganz dünner Streifen Gußwachs geformt wird, der ebenfalls an die Facette heranreicht, sie um 0,1 bis 0,2 mm Breite überdeckt und mit dem Ring fest verbunden wird. Man kann das Modellieren ebenfalls so vornehmen, daß man das Gußwachs über den ganzen Zahn, auch über die Facette hinwegzieht. Mit einer scharfen Lanzette schneidet man dann dicht am Rande der Facette entlang das Wachs ein und entfernt die die Vorderseite bedeckende Wachsplatte. Es ist noch darauf zu achten, daß die Facette ringsherum von Wachs umgeben und somit später völlig vom Metall gefaßt ist, denn die Facette kann nach Ansicht Rank's keinen Schutz übernehmen, im Gegenteil, sie muß selbst noch geschützt werden. Nun zieht man die Facette vorsichtig heraus, wobei sich allerdings die übermodellierten Wachsränder etwas abspreizen. Ist es nur wenig, sodaß die Schönheit der Facettenkrone nicht darunter leidet, hat es nichts zu sagen; andernfalls muß man diese Ränder vorsichtig zurückbiegen. Diese modellierte Krone wird nun gegossen. Der Guß kann auch in zwei Etappen vorgenommen werden, indem man erst das Käppchen herstellt, die Rückenplatte aufgießt und dann nachlötet. Nach dem Guß kann sie zum Einsetzen am Patienten fertig ge-

macht werden. Die Facette wird meist erst im Munde angebracht, es sei denn, man hätte ein besonders hartes Modell von Zement oder Amalgam hergestellt, auf dem man dies auch vornehmen kann. Das Einfügen der Facette muß mit Sorgfalt vorgenommen werden. Sie läßt sich, wie Rank ausführt, wohl leicht in den ausgesparten Raum hineinbringen, hat aber so ohne weiteres keinen Halt. Die Facette soll daher nicht mit Zement, sondern mit schnellhärtendem Kunststoff zum Halten gebracht werden. Ferner soll man auf der Rückseite der Facette dicht am Rande entlang einen Graben einfräßen, um dem Kunststoff Hafrillen zu geben, woran er genügend festhalten kann. Vor dem Einsetzen der Facette soll diese noch mit monomerer Flüssigkeit bestrichen werden. Der Überschuß soll erst am nächsten Tag entfernt werden. Rank weist noch darauf hin, daß man mit dieser Krone ausgezeichnete Resultate erzielen kann.

Heintz, der wie Rank auf dem Standpunkt steht, die Verblendung dürfte nicht als tragender Teil ausgeführt werden, berichtet über die Krone Rank's, daß sie eine ausgezeichnete kosmetische Wirkung erziele, die gegen die Jacketkrone in keiner Weise zurückstehe und sowohl bei scharfem Biß wie auch als Brückenaufgabe brauchbar sei. Heintz führt weiter aus, daß sie auch nicht laufend kontrolliert werden müsse, bei weitem haltbarer sei als eine Porzellan-Kunstharz- oder Halbkronen, die Gefährdung der Pulpa aber die gleiche sei, wie bei der Jacketkrone. Er wendet daher die Facettenkrone Rank's etwas modifiziert an. Er verzichtet auf die Präparation der labialen Stufe und hält die Stumpffront unter Röntgenkontrolle mäßig konkav. Er überzieht den Modellstumpf frontal und seitlich bis über die Schneide hinaus mit 0,3 mm starkem Plattenwachs, das am Zahnfleischsaum mit einem 0,5 mm breiten Streifen des gleichen Wachses verstärkt wird. Nun wird aus 0,5 mm dickem Plattenwachs der Rücken so modelliert, daß er bis zur vorgesehenen Höhe, seitlich bis zur halben Zahntiefe geführt wird. Zwischen der vorderen und der hinteren Modellierung entstehen unter sich gehende Taschen, die die Retentionsstellen für das Kunstharz bilden. Wegen der Farbe verwendet Heintz am liebsten Bläßgold und erst nach dem Guß wird der Zahnfleischsaum dünn geschliffen. Als Verblendmaterial dienen Dentafil oder Palavit. Nach den Worten von Heintz ist sie sehr leicht, trotzdem stabil und einfach herzustellen, wenn man eingearbeitet ist; ferner läßt sich die Schneide bis zur Unsichtbarkeit verblenden und es wird auch nach längerem Tragen höchstens ein 0,5 mm breiter Bläßgoldstreifen an der Zahnfleischgrenze sichtbar. Er will mit dieser Verblendkrone nur allerbeste Erfahrungen gemacht haben und verwendet sie fast in allen Fällen, ausgenommen bei sehr jungen Patienten mit hohem Pulpenraum.

Sendtner stimmte, obwohl er 1943 selbst eine Verblendkrone mit gefensterter Metallgerüst angegeben hatte, später auch der Ansicht von Rank und Heintz zu, daß die normale, gefensterter, labial offene Ausführung der Verblendkrone konsequent abzulehnen sei und die Form, bzw. Wirkung einer geschlossenen Metallkrone haben müsse, um neben der guten kosmetischen Wirkung auch als Brückenanker dienen und der Verblendung einen sicheren Halt bieten zu

können. Ein völlig oder vorwiegend mit Kunststoff ausgekleideter Metallkörper; der ständig den Kräften von Druck und Zug ausgesetzt ist, muß sich nach seiner Meinung wieder lösen, wenn er nur mit Zement befestigt ist. Um der Forderung nach Kosmetik und einer gesicherten Acrylat-Verankerung gerecht zu werden, geht Sendtner einen Kompromiß ein. Er gibt zu bedenken, daß man von der labialen Seite eines vitalen Zahnes nicht soviel wegnehmen dürfe, daß der Raum ausreicht, die metallische Kronenwand samt Retention und dazu den Verblendkörper unterzubringen und spart daher labial trotzdem etwas aus. Er präpariert den Stumpf mit einer Stufe, stellt eine Vollkrone mit versenkbarem Bett her und bohrt in die labiale Wand Löcher, um eine ausreichende Retention für den Kunststoff zu erhalten.

Zu den Autoren, die den Kunststoff nur als Verblendmaterial bezeichnen, gehört auch Lengfeld mit seiner "Gerüstkrone". Der Stumpf wird mit labialer Stufe präpariert. Auf dem Modellstumpf wird eine Kappe modelliert, die der labialen Stufe aufsitzt. Dann wird ein Kunststoffzahn ausgewählt, von innen solange ausgeschliffen, bis er seiner späteren Stellung entspricht und durch einen Vorguß fixiert. Nun werden Rücken- und Kauflächenanteil des Zahnes aus Einbettmasse modelliert, die an der Aufbißstelle und am rückwärtigen Kappenrand bis zum Metall weggenommen wird. Bei Eck- und Schneidezähnen muß man die Einbettmasse unter dem Gingivalsaum etwas übertrieben stark belassen, da dieser Hohlraum später mit zur Retention des Kunststoffes dient. Bei Prämolaren liegt der Retentionsraum an den Lateralfächen, während der palatinale Höcker und die palatinale Fläche aus Wachs modelliert werden und diese Teile aus Metall an die Kappe angegossen werden, da man andernfalls nach erfolgtem Guß nicht die eingeschlossene Einbettmasse mit Sicherheit entfernen kann. Ist nun die Rückenplatte modelliert, wird der Kunststoffzahn entfernt und diese angegossen und verlötet. Die Stärke von Kappe und Rückenplatte beträgt dann 0,8 mm. Lengfeld polymerisiert die Facette deshalb ein und verzichtet auf das Zement, weil er mit Palapont auf Grund der Tatsache, daß er die Krone mit dem Zementstumpf einbettet, einen exakten Randschluß an der Stufe erhalten will. Er hat auch eine Zeit lang eingeschliffene Porzellanfacetten verarbeitet, die er ebenfalls mit Palapont einpolymerisierte und bei denen nach seinen Angaben Fehlerquellen der Farbgestaltung ausgeschlossen waren. Nach seiner Auffassung hat die Gerüstkrone gegenüber den Kronen von Fürst, Mathé, Pfeiffer, Proell, Reumuth, Sendtner, Spring, Strack und Wunderer jr. den Vorteil der größeren Stabilität, da durch den Kunststoff bzw. das Porzellan die Frontfläche nicht ersetzt, sondern nur verkleidet wird, gegenüber der Kappenkrone von Vathauer, den Vorteil der leichteren Herstellung und der Möglichkeit, Porzellan und Kunststoff als Verblendmaterial zu verwenden, während Vathauer nur Kunststoff verwendet. Ferner hält er sie für fast einschränkungslos anwendbar und für einen Schutz gegen Sekundärkaries. Die Verwendung von Kunststoff als Verblendmaterial beschränkt Lengfeld nur auf anatomisch ungünstige Verhältnisse. Wupper bezeichnet die getrennte Herstellung von Kappe und Rückenplatte der Gerüst-

krone als umständlicher als den Einstückguß; er glaubt auch nicht, daß sie in der Lage ist, der Facette am Cervikalrand ausreichenden Schutz zu bieten.

Van Thiel ist der Meinung, daß die Verblendkrone, schon seit Jahrzehnten verwendet, ihren Indikationsbereich als Verankerungsmittel am vitalen Pfeiler in neuerer Zeit erheblich erweitert habe und auch als Einzelkrone zur Anwendung komme. Die größte Schwierigkeit bei der Herstellung einer sich gut einfügenden Blendkrone sieht er darin, daß beim vitalen Zahn die Abtragung des labialen Kronenteils extrem weit durchgeführt werden müsse, um genügend Platz für die Krone als auch für die Verblendung zu gewinnen, denn er verlangt ebenfalls wie Rank, daß der labiale Teil nicht nur aus einem Porzellan- oder gar Kunststoffteil besteht, sondern daß auch noch eine Metallunterlage untergebracht werden muß, was trotz der zugelegten Stufe oft zu einem Platzmangel führe. Van Thiel erwähnt 2 Verfahren. Das eine ist die bereits ausgeführte Herstellungsmethode nach Voss mit einer Porzellanblende, beim anderen besteht die Verkleidung aus Kunststoff. Die Methode mit Kunststoffverblendung wendet van Thiel dann an, wenn eine umfassende Substanzabtragung nicht möglich ist. In diesem Falle präpariert er den Zahn stufenlos, schneidet aber zusätzlich eine incisale Rille ein. Das Band wird in ähnlicher Weise, wie es bei Gußvollkronen geschieht, ausgeschliffen, wobei die seitlichen Ränder labialwärts weit genug reichen müssen und so gebogen werden, wie die endgültige Kronenform es verlangt. Der Autor hält es auch für zweckmäßig, vor der Präparation der Frontzähne einen Abdruck zu machen, um die spätere Kronenform nach dem Ursprungsmodell wieder gestalten zu können. In den Kronenring wird ein entsprechendes Stück Maschengold so eingedrückt, daß es der labialen Zahnfläche dicht aufliegt, auf den cervikalen Ring stößt und hier wie unter den labialen Rändern des Bandes angelötet werden kann. Anschließend wird die palatinale Fläche einschließlich der mesialen Höhe in Wachs modelliert und gegossen. Das Maschengold ergibt nach Meinung des Verfassers eine vorzügliche Haltemöglichkeit für den Kunststoff. Er hat dabei amerikanisches Maschengold verwendet, das in seinem Profil etwa der Wellblechform entspricht und durchgehend fein perforiert ist, um eine gleichmäßige Haltefähigkeit des Kunststoffes und eine Aufhebung der Randkontraktur zu ermöglichen. Van Thiel hält durch die incisale Rille die Benützung seiner Konstruktion als Brückenanker für besonders geeignet, da sie ebenso wie die Verblendkrone nach Voss, die Forderung erfüllt, daß der Zahn bei äußerster Raumsparung für die Verblendung ganz mit Metall überdeckt sein muß.

Müller gibt 1954 eine Verblendkrone an, die er schon seit vielen Jahren verwendet. Es handelt sich hierbei um eine auf der bukkalen Seite mit Kunststoff verblendete Vollgußkrone. Das Kunstharz wird durch einen Verankerungskranz, der bereits mitgegossen wurde, festgehalten. Der Gußstiftansatz weicht etwas vom üblichen ab, denn es werden vier Gußstifte von bukkal aufgesetzt. Spargoldlegierungen werden an der mit Kunststoff zu deckenden Fläche vergoldet, um einen Grauton des durchscheinenden Metalles zu vermeiden. Vest hat neben seinen Hülsenkronen mit Porzellanverkleidung auch eine Krone mit Kunststoffverkleidung

und zwar für Backenzähne und evtl. für Molaren herausgebracht. Er will sie für devitalisierte Seitenzähne angewendet wissen, bei denen eine Jacketkrone oder eine Stiftkrone nicht angezeigt ist. Die Vorbereitung des Stumpfes gleicht zunächst der für eine gewöhnliche Ring-Hülsenkrone. Die Demarkation wird, wenigstens bukkal, in die Zahnfleischtasche verlegt. Anschließend schleift man bukkal Kronenhöcker und Wand weg und präpariert 0,5 mm über der Demarkationslinie eine ca. 1 bis 2 mm tiefe Stufe. Dann wird Abdruck genommen, das Modell hergestellt und die Krone aus Gußwachs modelliert. Auf der bukkalen Fläche schneidet man in die Wachsform eine kastenförmige Kavität für die Aufnahme des Kunststoffes und dehnt sie auf die mesiale Fläche bis in den Interdentalraum soweit aus, wie es die ästhetischen Forderungen verlangen. In halber Tiefe der Kavität bleibt an der gingivalen und okklusalen Wand ein Dom zurück, welcher zur Verankerung des Kunststoffes dient. Nach dem Guß wird die Krone im Munde auf Artikulation und Kontakt überprüft. Dabei kann auch, wenn notwendig, die Kavität gegen den mesialen Interdentalraum erweitert werden, bis der Kavitätenrand von vorn nicht mehr sichtbar ist. Nun werden die angerauten Kavitätenwandungen mit weißem Decklack überzogen, den man zuerst an der Luft vollständig trocknen läßt und dann in einem Ofen mit Thermometer bei 110 Grad C. etwa eine Stunde lang einbrennt. Anschließend wird der Kunststoff in die Kavität gepreßt. Diese Krone ist hauptsächlich vom lingualen Höcker getragen und daher nach der Meinung von Vest kontraindiziert, wenn dieser Teil zerstört oder unterhöhlt ist.

Einen anderen Weg beschritt Mathé mit seiner facettierten Krone. Er bedeckt zwar den Stumpf mit Metall, aber nicht die Stufe und verzichtet gelegentlich, der Erzielung eines besseren kosmetischen Effektes wegen, auf den Schneidekantenschutz. Er gibt zu, daß der Kunststoff am Anfang bei der Verwendung für facettierte Kronen nicht befriedigte, weil die Arbeitstechnik ungenügend entwickelt gewesen sei und das nötige Verständnis für die Lösung der zugehörigen Probleme gefehlt habe und sich daher laufend Mißerfolge eingestellt hätten, da z.B. das Gold fast ausnahmslos durchschien, der Kunststoff bei zu dünn verlaufenden Rändern oft gräulich oder bläulich anlief, entweder sofort nach der Anfertigung oder etwas später, die Facetten manchmal herausfielen und die bukkale Fläche oft nach wenigen Jahren infolge eifrigen Gebrauches von Zahnpasta und Bürste beträchtlich abgerieben wurde. Die Ursache der Verfärbung des Kunststoffes führt Mathé nicht auf das Metall, sondern auf die Elastizität des Kunststoffes zurück, durch die einmal größere, einmal kleinere kapillare Spalte entstehen, die Speichel und Detritus unter die Verblendung gelangen lassen. Er stellte daher folgende Forderungen auf:

- 1.) Der beschliffene Zahn muß völlig von Metall abgedeckt sein, um sowohl Karies als auch Verfärbungen zu vermeiden.
- 2.) Es müssen richtige Ränder und eine haltbare Retention geschaffen werden.
- 3.) Die Abreibung durch reichlich Schlemmkreide enthaltende Zahnpasten muß vermieden und ein neues Zahnreinigungsmittel eingesetzt werden.

Die Vorbereitung des Zahnes ist dieselbe wie für Bandkronen, nur muß bukkal ziemlich viel Substanz geopfert werden, um Platz für das Akrylat und die Metallunterlage zu schaffen. Es kann auch eine Schulter angelegt werden, die nach Ansicht des Autors im Prämolaren- und Molarenbereich vollständig unnötig ist, nur die Arbeit erschwert und keine besonderen Vorteile bringt. Im Frontbereich soll sie aber geschaffen werden, während approximal und lingual der Zahn wie für eine Gußkrone abgeschliffen wird. Es erfolgt nun Abdrucknahme und Herstellung des Modells. Die technische Anfertigung erfolgt nun nach einer neuen Methode von Mathé. Auf das Modell wird eine 0,2 bis 0,3 mm dicke Blauwachsplatte bis zu den Grenzen der präparierten Teile sorgfältig aufgelegt. Für diesen Zweck eignen sich besonders die bekannten Blauwachsplatten, die in verschiedenen Stärken erhältlich sind. Auf das Blauwachs wird dick angerührte Einbettmasse aufgetragen und wie beim Einbettungsverfahren gut kondensiert; sie ist nach wenigen Minuten trocken und aus ihr wird ein der Artikulation entsprechender Zahn modelliert. Am lingualen und approximalen Rand bleibt ein schmaler Streifen der Blauwachskappe frei und zwar 2 bis 3 mm. Dann wird lingual und approximal auf der Einbettungsmasse eine zweite Blauwachssicht aufgetragen und am Lingualrand werden beide Blauwachsschichten miteinander verschmolzen, sodaß eine direkte Verbindung der beiden hergestellt ist. Der Kantenschutz braucht nicht so streng beachtet zu werden, wie bei Porzellan, da die Kunststoff-Facetten dank ihrer Elastizität bei einer anfälligen Deformierung der Goldkanten nachgibt und nicht herausfällt, wie das bei spröden Porzellan-Facetten der Fall ist. Erlauben es die Artikulationsverhältnisse, so kann die Kante ungedeckt stehen bleiben. Bei ungünstiger Artikulation soll die ganze Kaufläche mit Metall bedeckt werden. Nach Kontrolle von Rändern, Artikulation und Kontaktpunkten wird die Wachskrone eingebettet und nach dem üblichen Gußverfahren aus einer mittelharten, homogenen Legierung gegossen. Die praktische Erfahrung hat nach Ansicht des Autors gezeigt, daß manchmal auf der bukkalen Fläche ein Gußfehler in Form einer dünnen Goldschicht auftaucht, was zweifellos dadurch zustande kommt, daß zwischen der Einbettmasse, die die bukkale Fläche der facettierten Krone bildet und jener, in welche die ganze Krone eingebettet wird, nach der starken Erhitzung ein schmaler Spalt entsteht. Um das zu vermeiden schneidet man nun bukkal die Einbettmasse nicht nach der anatomischen Form des Zahnes, sondern beläßt sie etwas größer und mit unter sich gehenden Stellen, um eine gute Verbindung zwischen den beiden Einbettmassen zu erzielen. Der Gußstift soll auf die Schneidekante gesetzt werden. Bei Prämolaren und Molaren wird die Anfertigung auf die gleiche Weise durchgeführt. Kann man jedoch von der Kaufläche nicht genügend Substanz entfernen, so dürfen die äussere und die innere Wachsplatte direkt aufeinander liegen, so daß nur die approximalen Hohlräume bestehen bleiben, um die Retention dennoch hinreichend sicher zu stellen. Im oberen Seitenzahngebiet soll möglichst die ganze Kaufläche mit Metall bedeckt werden, besonders wegen der geringen Reibefestigkeit des Kunststoffes, während man bei den unteren Prämolaren und beim ersten Molaren, wo kosme-

tische Forderungen dominieren, die ganze Kaufläche manchmal von der äußeren Goldschicht freilassen und diese nur aus Akrylat herstellen kann. Im Frontzahngelbietet kann die äußere Goldschicht lingualwärts 1 bis 2 mm vor der Kaukante enden. Die Ränder des Kunststoffes sollen immer nur bis zum vorbereiteten Kantenrand und keinesfalls darüber hinaus auf das Gold kommen. Das Akrylat soll nie dünn verlaufende Ränder haben, da es sich durch seine Elastizität leicht vom Golde abheben kann. Als Vorzüge dieser Kronenart nennt Mathé die leichte, technische Herstellung, die Goldersparnis und das günstige Verhalten gegenüber der späteren Verfärbung und die Verwendbarkeit als Brückenanker.

Reumuth betont, daß er in den Fällen, in denen er für eine Blendkrone nicht genügend Platz hat, die Facettenkrone von Mathé anwende, die der bisher empfohlenen Blendkrone überlegen sei. Die Facettenkrone von Mathé erscheint ihm am besten geeignet, Verfärbungen zu beheben, allerdings brauche sie viel Platz, was eine weitgehende Präparation erforderlich mache, die bei jugendlichen Zähnen nicht immer ohne Gefährdung der Pulpa durchzuführen sei. Bei ausreichender Präparationsmöglichkeit hält er jedoch einen guten Erfolg für sicher, während Singer darauf hinweist, daß bei der Mathé-Krone dem Herausfallen und der Verfärbung der Facette ein Riegel vorgeschoben sei. Heintz schreibt, daß die Mathé-Krone einen wesentlichen Fortschritt darstelle, da Dentin und Pulpa weitgehend abgedeckt und geschont würden. Wupper sagt der Mathé-Krone praktische Mängel nach. Er hält die Gußtechnik in dieser Form für ungünstig, da die gipshaltige Einbettmasse eine schlechte Modellierhilfe wäre und außerdem nur für einzeln stehende Pfeiler und bei günstigen Bißverhältnissen anwendbar sei; ungeeignet dagegen bei okklusalem Platzmangel, z.B. sperrendem Deckbiß und bei mehreren nebeneinanderstehenden Pfeilern, wie dies bei einer Schienung der Fall ist. Lengfeld nennt folgende Nachteile dieser Krone:

- 1.) Die stufenlose Präparation führt zu einem Mißerfolg.
- 2.) Die technische Herstellung ist unsicher, kompliziert und zeitraubend, da auch die frontale Blende in Einbettmasse modelliert werden muß und dabei oft abbricht, wodurch der Arbeitsgang wiederholt werden muß.
- 3.) Die Anbringungsmöglichkeit für die Gußstifte erscheint mehr als problematisch, da diese an der inneren Blauwachskappe angebracht werden, was bei einer Stufe, über die später das Metall geführt werden soll, zu Ungenauigkeiten und evtl. Fehlgüssen führen kann. Außerdem ist die Paßform nicht sicherzustellen, da eine Kappenprobe nicht stattfinden kann.
- 4.) Der kosmetische Erfolg dürfte nie den Erwartungen entsprechen, da einpolymerisiertes Palapont die Farbqualität fabrikfertiger Zähne ebenso wenig erreichen kann, wie deren Härte; ferner ist der Kauflächenanteil nur 0,25 mm, was wegen der Abrasion durch den Antagonisten völlig ungenügend ist.

Staegemann berichtet, daß die Konstruktionen von Sendtner, Grabkowitz, Strack, Reumuth, Jesenský, Thielemann, Rank und Mathé nicht alle an diese Kronenart gestellten Forderungen erfüllen, teils weil

sie rein statisch den Beanspruchungen als Brückenpfeiler nicht gewachsen wären, teils weil Verfärbungen des als Verblendmaterial gebrauchten Kunststoffes nicht mit Sicherheit auszuschalten wären, oder weil sie zwar diesen beiden Forderungen gerecht würden, ihre Herstellung aber zu hohe Forderungen an die Geschicklichkeit stelle. Bei seiner Konstruktion, meint er, sei die statische Zuverlässigkeit gegeben und übertriebene Kompliziertheit vermieden; ferner könne die Farbgebung individueller gehandhabt und die Verfärbungsgefahr vermindert werden. Die Präparation erfolgt wie für eine stufenlose Jacketkrone, der faciale Anteil des Stumpfes wird besonders stark, evtl. unter Bildung einer cervikalen Stufe, abgetragen. Nach der Bestimmung des Zahnumfanges wird ein Blechstreifen zugeschnitten, der von trapezförmiger Gestalt sein und nur an der Basis dem Ringmaß entsprechen soll, während an der incisalen Seite etwa 2 bis 3 mm zugegeben werden. Die Höhe des Ringes soll die Länge des Zahnes um 5 mm überragen. Der Ring wird cervical dem Stumpf angepaßt, dann labial soweit ausgeschnitten, daß die verbleibenden approximalen Teile die labiale Stumpfoberfläche um etwa 2 mm überragen. Cervikal wird der Ring soweit gekürzt, daß nur das in die physiologische Zahnfleischtasche versenkte Ringband bleibt. Dann wird der Ring auch lingual ausgeschnitten, aber nur soweit, daß die Ränder des Ringes in vollem Kontakt mit dem Antagonisten bleiben. Die entstandene Ringform entspricht der sogenannten Bischofsmütze. Allerdings sind die approximalen Zipfel länger als sonst üblich, d. h. sie überragen die klinische Krone um 4 bis 5 mm. Diese Zipfel werden derartig über die Krone gebogen, daß aus ihnen die Schneidekante gebildet werden kann. Der Behandler kann also die endgültige Kronenform direkt am Patienten bestimmen. Über das in situ gebrachte Gerüst wird ein Kupfering-Abdruck genommen, vorher soll aber die Schneidekante gelötet werden. Ein Gipsabdruck ist nicht nötig, da Länge und Umriß bereits festgelegt sind. Anschließend wird das Modell aus Modellzement hergestellt. Über den im Ring stehenden Stumpf wird eine Blatwachsplattenschicht von 0,3 mm Stärke gelegt und mit einem Wattetupfer angedrückt und mit der inneren Ringwand verschmolzen. Die Wände des Ringes sollen das modellierte Käppchen um einige Millimeter überragen, denn daraus entsteht für den Kunststoff eine Fassung, die einer Schale gleicht und es braucht eine Randablösung des Kunststoffes vom Metall nicht befürchtet werden. Der Gußstift wird derart an die höchste Stelle des modellierten Käppchens gebracht, daß er unter direktem Kontakt der Schneidekante steht. Zwischen Käppchen und Schneidekante wird der Gußstift mit Gußwachs etwas verstärkt, wodurch nach dem Guß und der Entfernung des Überschusses eine stabförmige Verbindung zwischen Schneidekante und Käppchen entsteht, um die Schneidekante zu stützen und dem Kunststoff eine Retention zu geben. Nach dem Guß erfolgt die Verlötung des inneren Käppchens mit dem äußeren Metallgerüst und die Einprobe im Munde des Patienten, bei der nach Meinung des Autors ein unvergleichlich fester Sitz festzustellen ist. Ist der labiale Kronenanteil zu flach und besteht Gefahr, daß das Metall vom Kunststoff

nicht genügend gedeckt werden kann, darf in die gegossene Kappe ein labiales Fenster geschnitten werden. Die Schneidekante der inneren Kappe und ihr cervikales Band müssen jedoch erhalten bleiben, da diese Teile zur Abstützung der Krone wichtig sind, ohne die Farbgebung zu verschlechtern. Durch konische Stumpfgestaltung liegt das incisale Kämpchen genügend tief im Kunststoffkörper, während der cervikale Rand zwar die Farbe beeinträchtigt, aber gerade dadurch dem Zahnhals die meist erwünschte gelbliche Farbe geben soll. Voraussetzung ist natürlich die Verwendung von gelben Edelmetall-Legierungen oder die Vergoldung von weißen Legierungen. Durch die direkte und innige Abstützung der Metallteile auf dem Stumpf soll die Krone auch stärkeren Beanspruchungen standhalten und so auch eine nachträgliche Verfärbung ausschließen. Daran kann nach Meinung des Verfassers das faciale Fenster nichts ändern. In diesem Falle wird noch ein Situationsabdruck genommen, wobei das Fenster mit Kernmasse geschlossen wird. Der Kunststoff bedeckt, nur von der metallischen Schneidekante unterbrochen, nicht nur den labialen Kronenanteil, sondern gleichzeitig auch die palatinale Fläche, denn Staegemann kam nach langjährigen Beobachtungen zu dem Ergebnis, daß die Abrasion an naßplastisch verarbeiteten Kunststoffen, vor allem an den Lingualflächen der Incisivi so gering ist, daß eine solche Kronengestaltung zulässig ist. Bei tiefem Biß hält er diese Gestaltung durch zwangsläufige Verminderung der Raumverhältnisse für unmöglich, deshalb führt er die Lingualfläche in einem solchen Fall bei sonst gleichem Vorgehen bis in die Höhe des Kämpchens in Metall aus. Eine andere Möglichkeit, die gefürchtete Abrasion einzudämmen bzw. unmöglich zu machen, sieht er darin, daß er vom Gußstift beginnend eine Metallleiste über die palatinale Fläche bis zum Tuberkulum dentale laufen läßt, die den Kaudruck auffängt. In allen Fällen läßt er den Durchbruch im incisalen Drittel bestehen, um die Einbringung von transparentem Kunststoff zu ermöglichen, der, wie er sagt, an der Schneidekante doch oft erwünscht sei.

Kovaleski hat 1956 die Herstellungsweise seiner Goldkrone mit einer Acrylatfacette veröffentlicht. Er modelliert die Krone nach Herstellung des Arbeitsmodells freihändig oder mit vorgeformten Wachskauflächen, die er folgendermaßen erhält: Entweder läßt er Gips auf eine Glasplatte fließen und drückt die Kaufläche eines Porzellanzahnes hinein oder nimmt Gummiformer für Wachskauflächen oder verwendet alte Stanzformen. Die vorgeformte Wachskaufläche wird nun auf das Spezialmodell gesetzt. Zur Befestigung wird vorher weiches Wachs auf die Okklusalfäche des Modells aufgetragen. Von der überstehenden Wachskaufläche aus läßt er Wachs auf das ganze Modell fließen und modelliert die Krone aus. Anschließend wird die Kaufläche nach der Artikulation korrigiert und die labiale Fläche zur Aufnahme der Facette ausgeschnitten. Eine dünne Wachsschicht über dem Gipsstumpf bleibt zurück. Ringsherum werden am Rande kleine Unterschnitte angelegt, die später mit einem Rosenbohrer vertieft werden. Zur Verstärkung der Retention werden dünnste Golddrähte aus hochschmelzendem, nicht oxydierbarem Goldmaterial in die Mittelfläche und den äußeren Wachsrand gelegt. Die Mittelfläche wird angeraut und zwar mit einem stumpfen Rosenbohrer, der mit der Hand hin und herge-

dreht wird und damit gleichmäßige Furchen schaffen soll. Nun wird die Krone eingebettet, gegossen und poliert. Die Farbgebung gestaltet sich nach Kovaleski bei einer Facettenkrone schwieriger, als bei einer Kunststoffjacket-Krone. Bringt man nämlich die Facette auf eine nicht vorbehandelte Goldrückenfläche, so erscheint sie nach Ansicht des Autors leblos. Daher soll das Metall erst "ausgeblockt" werden. Dafür gibt er zwei Methoden an:

- 1.) Vergoldung der gegossenen Krone mit Veränderung ihrer Farbe.
- 2.) Auftragen von opakem Acrylat unter dem zahnfarbigen Acrylat.

Wegen der vorwiegend gelben Zahnfarben soll eine gelbe Goldfarbe verwendet werden, um eine Angleichung zu erleichtern. Die opake Grundmasse wird auf den Mittel- und Halsteil aufgetragen, nicht auf die Schneidekante, denn hier trägt man Incisal-Opak auf. Die vorher aufgetragene Grundmasse wird ein wenig überdeckt und anschließend das zahnfarbene Material gestopft.

Singer und Peukert sind der Meinung, daß die Verblendkrone als Brückenanker auf vitalen Pfeilern infolge ihrer ausgezeichneten kosmetischen und funktionellen Eigenschaften immer an erster Stelle stehe. Sie geben zwei Retentionsmethoden für den Kunststoff an:

- 1.) Eine amerikanische Methode: Hier wird eine Anzahl von 0,35 mm starken Golddrähten aus einer nicht oxydierenden Legierung hergestellt und diese werden dann, radiär vom Zentrum der labialen Fläche gegen die incisale Kante und Zwischenräume ausstrahlend, mit ihren Enden in das Wachs der fertig modellierten Verblendkrone eingeschmolzen. Dann wird alles eingebettet und die Drähte so mit eingegossen.
- 2.) Eine italienische Methode: Die gesamte zur Aufnahme der Kunststoff-Facette dienende Labialfläche der in Wachs modellierten Verblendkrone wird mit einem Haftmittel (Jelenko-Spray oder Zaponlack) versehen. Darauf werden dann grobes Kunststoffpulver oder beim Ausarbeiten von Kunststoffprothesen abfallende Bohrspäne eingestreut, der nicht haftende Überschuß ausgeblasen und die Verblendkrone wie üblich eingebettet und gegossen. Der Kunststoff brennt ebenso wie das Wachs ohne Rückstände aus. Die dadurch entstandene raue Oberfläche bietet nach Meinung der Autoren dem aufgetragenen Kunststoff denselben vorzüglichen Halt, wie die Golddrähtchen der amerikanischen Methodik. Zum Guß soll nur hochkarätiges Gold verwendet werden, ebenso soll eine Vergoldung nach dem Guß erfolgen. Decklack, der aus Kunststoffkomponenten hergestellt wird, ist nach Ansicht der Autoren notwendig. Sie weisen auch darauf hin, daß die geschaffene Retention durch den Decklack nicht vermindert wird.

Schroeder sieht zwei Möglichkeiten eines kosmetischen Brückenankers auf vitalem Pfeiler: Die Verblend- und die Fingerhutkrone. Die Verblendkrone hält er in ihrer Eigenschaft als Vollgußkrone in der Kronen- und Brückenprothetik für äußerst wertvoll, da die Vollgußkrone, auf Grund eines einwandfreien Abdruckes aus einer harten Goldlegierung sorgfältig hergestellt, in Bezug auf Retention und Schutz vor Sekundärkaries von keinem anderen Verankerungselement übertroffen

werden könne. Die Frage der labialen Verkleidung hält er noch immer für nicht restlos gelöst und je weniger ausgefeilt, schreibt er weiter, unsere Arbeitstechnik ist, desto eher hebt sich, begünstigt durch die unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten von Metall und Kunststoff, dieser - wenn auch nur in Form eines kapillaren Spaltes - von der Unterlage ab, wodurch dem Speichel und Fremdstoffen aller Art ein Eindringen in diese kapillaren Räume ermöglicht werde, was zu Korrosionserscheinungen und schließlich zu Verfärbungen führen müsse. Diese Verblendkrone, die Schroeder hier beschreibt, ist von Davis und Klein angegeben worden. Der Zahn wird ohne Stufe präpariert, aber labial muß soviel entfernt werden, daß Metall und Kunststoff genügend Platz haben, ohne daß jedoch die Pulpa verletzt wird. Nun erfolgt Abdruck und Modellherstellung. Im Modell wird wurzelwärts der Demarkationslinie eine Kerbe eingeschliffen, um sie genau zu kennzeichnen. Diese Maßnahme soll einen einwandfreien Sitz der Verblendkrone garantieren. Auf diesem Modellstumpf wird nun ein Hütchen aus schnellhärtendem Kunststoff, z.B. Dura Lay hergestellt, das incisal durchbohrt wird, daß die Stumpfspitze etwas herauschaut. Dieses Hütchen wird im Munde auf den Stumpf gesetzt und der Sitz kontrolliert. Darüber erfolgt dann der Gipsabdruck. Das Hütchen wird durch Unterschnitte im Gips verankert. Nach dem Herausnehmen des Abdruckes wird der Modellstumpf in das Hütchen gesteckt und der Abdruck ausgegossen. Dann wird der Stumpf mit 0,35 mm starkem Plattenwachs bis zur Demarkationslinie bedeckt und dann die eigentliche Krone in schwach ausgeprägter Kästchenform aufgebaut. Auf die Ausbildung einer unter sich gehenden Abschlußleiste gegen die Gingiva zu ist Wert zu legen, um eine Spaltbildung zu verhindern. Dazu wird ein Nylonfaden von Zahnseidendicke mit weichem Wachs umgossen und etwas unter der Demarkationslinie aufgelegt. Es wird nun gingivalwärts aufgewachst, sodaß gegen das modellierte Kästchen zu automatisch die gewünschte unter sich gehende Umrandung entsteht. Die Retention des Kunststoffes wird aber vielmehr, wie schon bei Singer und Peukert, durch das Anbringen von nicht oxydierenden Golddrähtchen (0,35 mm) erreicht, die strahlenförmig vom Stumpf zur Schneidekante ziehend, in das Wachsmoell eingeschmolzen werden. Die Drähtchen müssen nahe beieinander liegen, um die Ablösung und damit die Verfärbung des Kunststoffes zu verhindern. Die Kronenränder müssen scharf auslaufen. Für den Guß wird eine harte Platingoldlegierung genommen. Nach dem Ausarbeiten wird die Krone einprobiert und vergoldet, indem sie, mit Aluminiumdraht lose umwickelt, für einige Sekunden in eine heiße Goldsalzlösung (80 bis 90 Grad C.) getaucht wird. Die Berührungsstellen des Drahtes müssen gewechselt werden, um eine regelmäßige Vergoldung zu erzielen. Der Zweck dieser Vergoldung ist der Schutz der Legierung vor eventuellen Verunreinigungen und Durchschiessen einer Graukomponente. Die labiale Fläche wird nun mit Opaker abgedeckt und Kunststoff eingepreßt. Es soll kein zu transparentes Material verwendet werden, damit die Deckschicht nicht kreidig durchschlägt; der Kunststoff soll mit möglichst wenig Monomer angerührt werden. Die Isolierung erfolgt mit Zinnfolie oder Cellophan. Die Küvette bleibt eine Stunde lang unter der Presse, dann erfolgt

die Polymerisation und zwar zuerst 30 Minuten in kochendem Wasser, anschließend kommt die Kuvette in den Vulkanisator, in dem vorher schon das Wasser kochen soll, wird dort eine Viertelstunde bei 115 bis 120 Grad C. belassen und dann auf Zimmertemperatur abgekühlt. Dadurch soll eine erstaunliche Härte und Farbbeständigkeit des Acrylates erreicht werden. Schroeder empfiehlt noch mit allen Grautönen des Kunststoffes zu sparen, wenn immer es die natürliche Zahnfarbe des Patienten erlaubt. Gelb fällt seiner Meinung nach weniger auf, als grau und obendrein hält er das weißliche Grau in jedem alternden Gebiß für eine Fremdfarbe, gelb-grau dagegen der natürlichen Altersfarbveränderung der Zähne für angepaßt.

Wupper gibt eine Konstruktion an, die er vor allem als Schienungselement für untere Frontzähne empfiehlt. Bisher, so schreibt er, wurde bei allen Kronentypen eine metallene Approximalfläche als notwendig erachtet, die aber nur bei den Brückenankern von Bedeutung ist, denn hier dienten die metallenen Approximalflächen als Verbindungsflächen für den anschließenden Brückenkörper. Bei seiner Krone verzichtet er jedoch auf die approximale Metallfläche und nützt den dadurch gewonnenen Raum als Retention für den Kunststoff aus, die seiner Meinung nach so günstig ist, daß er auf eine Metallschneide verzichten kann, was er besonders für Kronen im unteren Schneidezahnbereich für vorteilhaft hält. Die labiale Stufe, die in den Approximalraum auslaufen und zu der Wurzel einen fließenden Übergang bilden soll, wird im Metall angelegt. Auf dem Modell werden Käppchen aus Gold gegossen, einprobiert und durch einen Lötabdruck miteinander verbunden. Nun wird auf der Lingualfläche Autopolymerisat unter Berücksichtigung der Okklusion aufgetragen, die Kappen lingual im gingivalen Viertel wieder vom Autopolymerisat befreit und im übrigen ein Zwischenraum von 0,4 mm geschaffen. Über diese Hilfsfläche wird ein gemeinsamer Rücken modelliert und zwar so, daß das Wachs den freiliegenden gingivalen Kappenteil bis 1 mm vom Rand, in den es fließend übergehen soll, bedeckt. Es erfolgt nun der Guß der Rückenplatte, ihre Verlötung mit den einzelnen Käppchen und anschließend das Einpressen des Kunststoffes. Als Vorteile nennt Wupper die Vermeidung eines großen Substanzopfers, die plastischere Gestaltung der Interdentalräume und den für die Schienung von Unterkieferfrontzähnen wichtigen Verzicht auf den Schneidekantenschutz. Selbst wenn das Metall knapp über die posteriore Incisalkante reicht, ist es nach seinem Dafürhalten unter normalem Blickwinkel noch nicht zu sehen. Auch für Oberkieferfrontzähne hält der Autor seine Konstruktion für geeignet, wenn die gesamte Front überkront werden muß, z.B. bei Veränderung der Bißlage. Bei diesem System hält er eine Kürzung der Krone ohne weiteres für möglich. Früher, so betont er, sei der Kantenschutz die wichtigste Retention für den Kunststoff gewesen, heute sei es der Raum zwischen Rückenplatte und Goldkäppchen.

Lundquist und Gottfriedsen halten die Verblendkrone, hergestellt als Vollgußkrone, als kosmetischen Zahnersatz im Seitenzahnbereich für recht am Platz, während sie für den Frontbereich Jacketkronen empfehlen. Bei der Präparation beschleifen sie auch etwas unter dem Zahnfleisch und legen bukkal eine nicht

zu kleine Stufe an. Die okklusale Fläche braucht nur soweit beschliffen werden, als es zur Herstellung einer genügend starken Goldschicht unbedingt notwendig ist. Der Zahn soll nicht flach, sondern dem Verlauf der natürlichen Zahnform entsprechend beschliffen werden, damit die Pulpenhörner möglichst geschont werden. Es folgt nun der Abdruck und die Herstellung des Modells, auf dem in gewünschter Form die Krone aus Wachs modelliert wird; daran schließt sich ein Vorguß für die okklusale und palatinale Fläche dieser modellierten Krone an. In diesen Vorguß wird mit Hilfe von Watte und warmem Wasser eine kleine Platte Blauwachs von 0,5 mm Stärke gedrückt. Nach dem Isolieren des Amalgammodells mit Kokosfett träufelt man eine Schicht Blauwachs auf den Amalgamstumpf, bringt den Vorguß mit der Blauwachskauffläche auf das Modell, verbindet beide Blauwachsmodellierungen und entfernt den Vorguß wieder. Nun wird das Wachsmodell abgenommen und das Blauwachs palatinal und approximal zum Zahnfleisch hin dünn verschmolzen. Zur Versteifung der ganzen Konstruktion werden jetzt zwei Gußstifte durch die Wachskauffläche hindurch an das Blauwachs, das auf dem Stumpf anliegt, angeschmolzen. Ein Dritter kann durch den palatinalen Höcker hindurch ebenso angeschmolzen werden. Bei dieser Modellierung bleiben die Schulter und etwa 0,5 mm vom Stumpf bukkal frei von Blauwachs. Approximal und palatinal schließt die Modellierung genau dort ab, wo man die Schleifgrenze der Präparation sieht. Nach dem Guß werden Randschluß und Artikulation nachgeprüft. Aus farbertechnischen Gründen empfehlen die Autoren, alle Metallarbeiten mit der Kontaktvergoldung selbst zu vergolden, da man dadurch einen angenehm warmen, gelben Farbton des Metalls erhält, welches anschließend bei der Kunststoffpressung vom Acrylat überdeckt wird. Außerdem sollen alle Lötstellen, die immer eine etwas dunklere Farbe aufweisen, überdeckt werden. Nun wird bukkal weißes Wachs aufgetragen, die Krone nochmals einprobiert und anschließend der Kunststoff eingepreßt. Die Autoren raten davon ab, die Stufe in Metall herzustellen, weil sich nach längerer Zeit immer eine Verfärbung der Krone einstellt. Dies führen sie auf das bekannte Fließen des Kunststoffes, wodurch sich Hohlräume bilden können, zurück. Diese Art der Verblendkrone läßt sich ihrer Meinung nach sehr gut als Brückenpfeiler verwenden, einerseits aus kosmetischen Gründen, da man ohne weiteres die genaue Form des beschliffenen Zahnes wiederherstellen kann und andererseits das Metall palatinal und okkusal gleichzeitig als Lötfläche für die angefügten Zwischenglieder dienen kann. Wird eine Verblendkrone im Frontbereich angefertigt, so muß die bukkale Schulter so tief präpariert werden, daß sie gerade etwas in das Zahnfleisch hineinragt und approximal etwas um den Zahn herumgreift. Ferner verzichten die Verfasser bei günstigen Bißverhältnissen auf den Kantenschutz und lassen das Metallgerüst palatinal nur bis zur halben Zahnhöhe reichen. Bei einer dünnen Frontzahnbrücke halten sie es für schwierig, bei vorhandenem Schneidenschutz eine entsprechende Farbe zu erhalten, während bei einer Frontzahnbrücke ohne Kantenschutz eine im Nachbarzahnbereich vorhandene Transparenz ohne weiteres nachzubilden wäre.

Erst vor kurzer Zeit hat Münch die Hutschenreuter Fluorplast-Verblendkro-

nen- und Brückentechnik veröffentlicht, bei deren Anwendung er mit verblüffender Sicherheit die naturgetreue Farbgebung und optimale Funktion mit Hilfe zweier neuartiger Wesenselemente, nämlich der farbmäßig auf das Fluorplastprogramm eingestellten Autopolymerisat-Persistormassen und des einzigartigen P-Brückenzahnes zu erreichen glaubt. Des letzteren größtmögliche Retentionsfläche und die durch ein neu angewandtes Strukturhärtungsverfahren weiter gesteigerte Abriebfestigkeit gestatten seiner Meinung nach bei normalen Bißverhältnissen schneidekantenfreie Verarbeitung ohne sichtbares Metall und außerdem erfüllen die erwähnten Persistormassen in nur einem Arbeitsgang die drei wichtigsten Forderungen der Praxis, nämlich:

- 1.) Die Herstellung des ursprünglichen, durch das Ausschleifen einer dünnen Schale beeinflussten Farbcharakters des Fluorplastzahnes.
- 2.) Das Abdecken der Metallfarbe.
- 3.) Das spaltfreie und mundbeständige Festsetzen der Schale in der Metallfassung.

Die Herstellung geht folgendermaßen vor sich: Auf das Metall wird Zinnfolie von 0,25 bis 0,3 mm gelegt als Platzhalter für die spätere Metallschicht. Nun wird der Fluorplastzahn ausgeschliffen und in einem Vorguß fixiert. Anschließend wird die Zinnfolie entfernt und die Schale im Persistorbad behandelt. Die Schalen sollen zweimal auf maximal 185 Grad C. erhitzt werden und anschließend in einer speziellen Flüssigkeit auf 100 Grad C. abgekühlt, dann herausgenommen und unter fließendem Wasser abgespült werden. Durch diese Vorbehandlung wird das homogene Auftragen der Persistormassen auf die Schale gesichert und es werden Spaltbildungen oder Verfärbungen sicher vermieden. Dann wird die Verblendkrone modelliert und gegossen. Nach dem Auftragen der Persistormasse und der entsprechenden Farbmasse im Verhältnis 5 : 3 mit Paladurflüssigkeit (5 Teile Pulver, 3 Teile Flüssigkeit) wird die Schale zuerst im Schneidekantenbereich angepreßt und dann zum Zahnhals hin mit leichtem Fingerdruck festgesetzt. Der Überschuß soll vor dem Erhärten entfernt werden.

#### D. UNTERSUCHUNGEN EINIGER VERBLENDEKRONENTYPEN

Voss machte Untersuchungen über die Verblendkrone und ihre mechanische Widerstandsfähigkeit.

Er verwendete folgende 3 Typen:

- Typ 1 Verblendkrone nach Voss (Porzellanfacette)
- Typ 2 Verblendkrone mit Kunststoffblende nach Mathé (geschlossene Metallkrone)
- Typ 3 Verblendkrone nach Neuls (Kunststoffblende und Fenster i. d. Metallkrone).

Es wurde ein Eckzahn gewählt, da dieser bekanntlich sehr starken Belastungen ausgesetzt ist und beim Kauen auf seiner Spitze sehr hoch beansprucht werden kann.

Diese 3 Typen wurden 9 mal in Palliag, je 3 mal in Degulor C und 6 mal in Degulor M hergestellt. Sie wurden mit praxisüblichen Mitteln angefertigt und noch vorhomogenisiert und vergütet. Alle 3 Typen hatten die gleichen äußeren Abmessungen ( $\pm 0,1$  mm).

Die Belastung erfolgte in einer Druckmaschine, die kontinuierlich den Druck steigerte.

Gleichzeitig wurde die Längenänderung aufgezeichnet.

Die gedrückte Fläche war bei allen 3 Kronen gleich, so daß die an der Maschine angegebene Kraft in die Tabellen eingesetzt werden konnte. Die Streuung der Werte erklärt sich durch die bei der Handarbeit auftretenden individuellen Spannungen.

Typ 1 zersprang kurz nach der Verformung, bei 2 und 3 zeigte sich zunächst eine elastische Verformung, die bei Entlastung wieder zurückging. Danach trat eine bleibende Verformung ein und schließlich die Auspressung der Kunststoffblenden.

Bei Typ 1 (Palliag) tritt der Bruch der Blende ein bei einem Mittel von  $128,5 \text{ kg/mm}^2$ , bei Degulor M bei einem Mittel von  $99,8 \text{ kg/mm}^2$  ein. Beide Werte liegen wohl hoch über dem erreichbaren Kaudruck, was mit der klinischen Erfahrung übereinstimmt. Degulor C war für diesen Verwendungszweck nicht hart genug (Fließgrenze  $46 \text{ kg/mm}^2$ ).

Das neue Degulor M (Fließgrenze  $70 \text{ kg/mm}^2$ ) erreicht zwar auch nicht die Fließgrenze von Palliag  $90 \text{ kg/mm}^2$ , aber auch auf einem Mittel von  $99,8 \text{ kg/mm}^2$  liegen sie wohl über dem erreichbaren Kaudruck.

Bei den Mathékronen beginnt schon bei einem Mittel von  $65,5 \text{ kg/mm}^2$  (Palliag) und  $52,7 \text{ kg/mm}^2$  (Degulor M) die zunächst elastische und dann bleibende Verformung. Der Kunststoff wird dann bei jedem Kauakt, der diesen Druck übersteigt, zusammengedrückt, wodurch, wie auch Mathé beschreibt, Sprünge durch Ermüdung des Materials auftreten können. Die Mathékrone läßt sich widerstandsfähiger gestalten durch Verstärkung der Rückenplatte auf  $0,3 - 0,5 \text{ mm}$ , wie auch Zukunft und Leuberg empfohlen haben und durch einen Mittelsteg von der Stumpfabdeckung zur Rückenplatte in der Gegend der Schneidekanäle, wie ihn Staegemann und Moulton bei ihren Kronen anwenden. Der Bruch der Kunststoffblende tritt erst bei großem Druck auf, jedoch kann man vorher schon mikroskopische Spalten erkennen, die dem Speichel Zutritt gestatten und kleine Teile des Kunststoffes werden ausgesprengt.

Typ 3: Palliag: Bei einem Mittel von  $61,7 \text{ kg/mm}^2$  und bei einem Mittel von  $61,2 \text{ kg/mm}^2$  (Degulor M) setzt die Verformung ein. Der endgültige Bruch der Blende erfolgt etwas später, weil der Kunststoff um ein geringes dicker ist und allseitig, auch an der Stufe umfaßt ist.

Auch hier beobachtet man bald das Abheben des Kunststoffes vom Stumpf, was durch das Fehlen der Metallzwischen-schicht von größter Bedeutung ist.

II. Versuchsreihe: Kronen mit Aufleger versehen und in 40 mm Abstand belastet (da nach van Thiel Brücken sich durchbiegen).

Hier zeigt Typ 3 die geringste Widerstandsfähigkeit, da die Krone labial gefenstert ist (das Metall ist gefenstert).

Typ 1 erreicht durch die geschlossene Ummantelung des Stumpfes und durch ausreichende Wandstärke die höchsten Werte. Bindemittel zwischen Porzellan- blende und Metallkronenkörper ist in der Regel Phosphatzement. Es wurde experimentell festgestellt, daß die Porzellanblende in der von uns angegebenen Form, wenn sie seitlich mit Flanschen in das Metall der Krone reicht, wesentlich fester haftet als eine einfache frontale Schale, wie sie z.B. im Lehrbuch von Häupl abgebildet ist.

Die Prüfung der Haftfähigkeit der verschiedenen Zemente (Phosphatzement- fabrikate) ergab folgendes Ergebnis:

| Harvardzement  |         | Fixodont | Bayer Phosphatzement | Grip-Zement         |
|----------------|---------|----------|----------------------|---------------------|
| Mittelwert     | 6,6 kg  | 4,5 kg   | 5,9 kg               | über 25 kg          |
| Größter Wert   | 11,5 kg | 7,5 kg   | 11,5 kg              | 48 Std. im Speichel |
| Kleinster Wert | 2,5 kg  | 2,0 kg   | 3,5 kg               | unter 4,5 kg        |

Versuche mit Kunststoffzementen zeigten wesentlich höhere Werte, die jedoch nach Einlegen in Speichel bis auf die Höhe der bei Phosphatzement gemessenen Werte zurückgingen

Eine Untersuchung von Gatzka ergab, daß bei Phosphatzement diese Prüfkörper bei Einlegen in Speichel keine wesentliche Änderung der Werte zeigten.

Zusammenfassend schreibt Voss, daß seine Verblendkrone mit Porzellan- blende kosmetisch vollauf befriedigt und dank der dünnen auf Platinfolie gegos- senen Zwischenschicht nicht mehr aufträgt als die Kunststoffblende, wenn sie farb- lich korrekt sein soll.

Die Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Kaudruck ist mit etwa doppelter bis dreifacher Sicherheit ausreichend. Die verwendeten Materialien (Gold und Porzellan) sind im Munde praktisch unveränderlich.

Die Verbindung zwischen Metall- und Porzellanblende ist hinreichend fest. Die Krone von Mathé läßt sich durch einen Mittelsteg und eine dickere Rücken- platte von 0,3 - 0,5 cm sowie Überdeckung der labialen Schulter verbessern. Auch ist sie dem Kaudruck mit einfacher Sicherheit gewachsen, der Schwachpunkt ist die Kunststoffblende, von der selbst Reumuth zugibt: "Es muß damit gerech- net werden, daß im Laufe der Jahre farbliche Veränderungen des Kunststoffes auf- treten, woran auch die Zementkunststoffabdeckung, die Zukunft ablehnt, nichts zu ändern vermag."

Die Krone nach Neuls ist statisch nicht ganz so widerstandsfähig, wodurch

vor allem die Gefahr der Spaltbildung besteht. Durch das Freiliegen des Stumpfes kann leicht eine unzugängliche Karies entstehen, wie es schon öfters beobachtet wurde.

Bei 1 und 2 wäre auch eine Reparatur im Munde mit Autopolymerisat, allerdings mit den bekannten Mängeln des Kunststoffes, leicht durchzuführen, während bei Typ 3 das Dentin freiliegt.

Die Verblendkrone 1 und 2 ist auch ein statisch vollwertiger Anker, auch bei geringer Übung gut herzustellen, auch für *grazile* seitliche Schneidezähne.

## E. VERBLENDMATERIALIEN

### a) Porzellan

Als Verblendungsmaterial spielte zuerst das Porzellan die Hauptrolle, da ja der Kunststoff erst viel später in der Zahntechnik Verwendung fand. Singer, Ring, Freitag, Gonon und Le Chanjour haben die Eigenschaften des Porzellans wie folgt zusammengefaßt.

Singer nennt die Vor- und Nachteile der Verblendkrone mit aufgebrannter Porzellanblende nach dem Ney-System:

1. Sie hält einer Belastung von 700 kg unbeschadet stand.
2. Durch die ungemein innige Verbindung der drei Schichten ist ein Eindringen von Mundflüssigkeit zwischen Metall und Porzellan mit anschließender Verfärbung des Letzteren unmöglich.
3. Infolge zäher Molekularstruktur der Porzellanmasse können Kauflächen, Höcker und Schneidekanten bedenkenlos in Porzellan aufgebrannt werden.
4. Die auf diese Weise angefertigten Brücken können auf die Pfeiler ebenso leicht und exakt adaptiert werden wie jede andere Goldbrücke.
5. Das Verfahren kann im eigenen Labor durchgeführt werden.
6. Alle Ursachen von Abrasion, Foetor und Reizzuständen sind ausgeschaltet.
7. Dem Porzellan wurde durch die Oxydunterlage die Natürlichkeit der Farbe und der Transparenz genommen.
8. Die Ausdehnungskoeffizienten der drei Materialien (Gold-Opake Porzellan) sind verschieden, wodurch es im Laufe der Zeit zu Sprüngen im Porzellan kommen kann.
9. Durch die außergewöhnliche Härte der Porzellankauflächen können die Antagonisten paradentale Schädigungen erleiden.
10. Die Herstellung dieser Krone ist schwierig.

Ring, der bemerkt, daß der Kunststoff wegen der leichteren Verarbeitung das Porzellan verdrängt habe, stellt folgende Eigenschaften des Porzellans fest:

1. Große Härte und Druckfestigkeit.
2. Undurchlässigkeit für flüssige und gasförmige Medien, absolute Volumenbeständigkeit in gebranntem Zustand, hohe chemische Widerstandsfähigkeit.
3. Gewebefreundlichkeit, bedingt durch die chemische Widerstandsfähigkeit und die glasierte, glatte Oberfläche; ein Ansiedeln von Bakterien und Festsetzen von Zahnbelag ist dadurch unmöglich.
4. Beste kosmetische Dauererfolge, auf Grund der Struktur, Transparenz und Farbbeständigkeit.

Freitag weist auf folgende Vorteile der Porzellanzähne hin:

1. Völlige Beständigkeit gegen alle chemischen Reagenzien, die im Munde zur Einwirkung gelangen.
2. Farbverhalten und Transparenzgrad, welche einen naturgetreuen Gesamtfarbeneindruck vermitteln.
3. Große Widerstandsfähigkeit gegen Hitze und keinerlei Abnutzung durch Abraction.
4. Der Härtegrad liegt noch wesentlich über dem des Schmelzes menschlicher Zähne.
5. Geringe Elastizität, die zu Sprödigkeit und Brüchen in dünnen Schichten führen kann.

Gonon und Le Chanjour ziehen ebenfalls das Porzellan dem Kunststoff vor, obwohl sie es nicht für ideal halten. Sie stellen folgende Eigenschaften heraus:

1. Härter als notwendig, praktisch nicht abnutzbar.
2. Nicht elastisch und ohne Formveränderung.
3. Riesiger Widerstand gegen Kompression, geringer Widerstand gegen Zugbeanspruchung.
4. Geringste statische Deformation bis zum Bruch.
5. Absolute, zeitlich unbegrenzte Formstabilität.
6. Außerordentliche chemische Stabilität.
7. Außerordentliche Widerstandsfähigkeit gegen alle chemischen Agenzien (ausgenommen Flußsäure).
8. Absolut keine Wasserabsorption.
9. Theoretisch eine fast unendlich kleine Löslichkeit in Wasser.
10. Keinerlei Farbveränderung im Licht.
11. Unempfindlich gegen heiße Speisen.

Zum Aufbrennen von Porzellan auf Metall bemerkt Brecker, daß das Porzellan ein besseres ästhetisches Aussehen als der Kunststoff erreiche und keine Gefahr einer Verfärbung oder Ablösung der Facette von der Metallunterlage bestehe. Freivogel bezeichnet das auf Platin gebrannte Porzellan als fast unzerstörbar; eine Trennung hält er nur durch Abschleifen des Porzellans vom Metall, durch Bie-

gen des Metalls und durch Auflösung des Porzellans in Flußsäure für möglich. Er fordert daher, daß das Metallgerüst nicht auf Torsion beansprucht werden soll. Singer behauptet, daß es beim aufgebrannten Porzellan eher als beim Kunststoff möglich sei, bei kosmetisch anspruchsvollen Patienten auf den Schneidekantenschutz zu verzichten. Er hält besondere Brennöfen für das Aufbrennen des Porzellans nicht für notwendig. Als Nachteil bezeichnet er die unvollkommene Farbwirkung, die nicht an die lebendige, transparente Wirkung des natürlichen Zahnes herankommt. Proell ist der Ansicht, daß sich das aufgebrannte Porzellan nicht mit Metall verbinde und sich der ungleiche Ausdehnungskoeffizient beim Verbringen des Werkstoffes aus der hohen Ofentemperatur von ca. 1100 Grad in die niedrige Zimmertemperatur von 18 C bis 20 C ungünstig auf die Haltbarkeit des Porzellanüberzuges auswirke.

Die von Freitag, Ring, Gonon und Le Chanjour als Vorteil gepriesene große Härte des Porzellans wird auch von vielen Autoren als Nachteil angesehen. So soll sich nach Ansicht Drums die fast unangreifbare Härte des Porzellans in vielen Fällen nachteilig auswirken, da die natürliche Abrasion der Zähne gestört wird, weil die Antagonisten der Porzellanbrücken stärker abgekaut werden als die anderen natürlichen Zähne, welche nicht mit dem härteren Porzellan, sondern mit dem gleichharten Schmelz in Berührung stehen. Drum berichtet weiter, daß einzelne Punkte der Porzellanbrücken im Laufe der Zeit vorspringende Inseln bilden, auf die sich die gesamte Kaukraft konzentriert. Er empfiehlt, die Porzellanbrücken von Zeit zu Zeit zu kontrollieren und einzuschleifen, da er auch das stärkste Porzellan für zu schwach hält, um diesem Kaudruck standhalten zu können. Geier hält diese Maßnahme zwar für theoretisch gut begründet, praktisch aber für nicht durchführbar. Ferner verläuft seiner Ansicht nach die Abrasion der Kauflächen des einzelnen Gebisses nicht nach allgemein gültigen Regeln oder Gesetzen, die man ohne weiteres nachahmen kann. Er behauptet, daß es sich bei jedem Gebiß um äußerst individuelle, voneinander verschiedene Erscheinungen handelt, deren Phasen wir nicht in Einzelheiten zerlegen und kopieren können. Künstlich in das Fortschreiten des Abrasionsprozesses einzugreifen bedeutet für Geier nichts anderes als Sand in das Getriebe eines feinen Räderwerkes zu werfen, wobei er noch zu bedenken gibt, daß dem Ingenieur dieses Räderwerk in allen seinen Einzelheiten und der Vielfalt seines Ineinandergreifens vertraut sein müsse, was wir von uns nicht behaupten können. Heintz hält ebenfalls das Porzellan für zu hart und als sehr empfindlich gegen Stoßbelastung. Er weist ebenfalls auf die Alleinbelastung des Porzellans hin, zu der es allmählich kommt und die entweder eine Sprengung der Krone oder eine unbeabsichtigte Regulierung - die Krone wird aus ihrer Lage gedrückt - zur Folge hat. Er verlangt wiederum eine Kontrolle und Neueinschleifen eines mit Porzellan versehenen Gebisses.

Proell, Schmidt und Spring weisen auf die übergroße Sprödigkeit des Porzellans hin, die Langer sogar als biologisch schädlich bezeichnet und verlangen deshalb, daß das Porzellan jeder Zug- und Druckwirkung entzogen werden müsse, da keine Facette, auch nicht die stärkste, dem Kaudruck auf die Dauer Widerstand

leisten könne. Jesenský erwähnt ebenfalls die häufigen Brüche, die bei dünnen Porzellanfacetten auftreten, während Uhlig vor der Biegebeanspruchung des Porzellans warnt und deshalb den Schneidekanten-, Kau- und Rückenflächenschutz fordert. Er bezeichnet es zuweilen als "Kunstfehler", wenn bei dieser oder jener ungünstigen Bißbeziehung von einer solchen werkstoffbezogenen Präventivmaßnahme kein oder nur unrichtiger Gebrauch gemacht wird; Schlammpp hält dagegen eine ungeschützte Schneidekante bei günstigen Bißverhältnissen für möglich.

Die chemische Stabilität wird von allen Autoren, die sich mit Porzellan befaßt haben, als großer Vorteil herausgestellt, ebenso wie die Ästhetik. So schreibt Uhlig, daß im Porzellan jenes ästhetische Material gefunden sei, mit dem es gelinge, natürliche Zähne bis in die letzten Feinheiten nachzuahmen; Davis und Klein vertreten die Meinung, daß die mehrfarbigen Porzellan-zähne dem natürlichen Zahn ähnlicher seien, als die mehrfarbigen Kunststoff-zähne. Schroeder erwähnt, daß die Porzellan-Jacketkrone bei Fingerhutkronen von vielen Praktikern wegen der Abrasionsfestigkeit und Farbbeständigkeit in jedem Falle der Kunststoff-Mantelkrone vorgezogen würde. Nur Jesenský weist darauf hin, daß bei dünnen Porzellanfacetten das Metall durchschimmern würde.

Langer erwähnt als Nachteil gegenüber dem Kunststoff die große Schrumpfung des Porzellans und die schwierige Herstellung, da Porzellanarbeiten bekanntlich nicht in Wachs modelliert werden können. Dieser Ansicht pflichtet auch Rank bei, während Freivogel in der Porzellantechnik gegenüber den Metallkronen den Vorteil sieht, daß bei der Einprobe Korrekturen möglich sind, da man das Porzellan entfernen oder aufragen kann und der Hochglanz erst nachhergebrannt wird. In neuerer Zeit wird das bereits von Drum erwähnte Aufbrennverfahren von Porzellan auf Metall auch von Singer, Jantzen und Hattemer empfohlen. Jantzen und Singer verwenden dabei das Permadentverfahren, während Hattemer die Platingold V Legierung und das Prismaporzellan verwendet.

Eine von den Autoren unterschiedlich beurteilte Eigenschaft des Porzellans ist die sogenannte Gewebefreundlichkeit. Freivogel hält kein Material für gewebefreundlicher als das Porzellan, auch Rank bezeichnet das Porzellan als sehr gewebefreundlich und glaubt, daß es anregend und fördernd wirke und sogar eine Resorption des knöchernen Alveolarfortsatzes verhindert werde. Er bezeichnet das Porzellan und auch das Palapont als reizlos, solange es nur mit der Gewebsflüssigkeit in Berührung kommt. Wenn das Porzellan der Schleimhaut aufliegt, berichtet er weiter, könne praktisch nichts daran haften, da es fast porenfrei ist. Klaffenbach hält ebenfalls das Porzellan als gewebefreundlich, beschränkt aber diese Eigenschaft auf das glasierte Porzellan, da das unglasierte Porzellan, mit der Schleimhaut in Verbindung gebracht, seiner Meinung nach eine Entzündung der Schleimhaut zur Folge hat, was er auf Anlagerung und Zersetzung von Speiseteilchen zurückführt. Geier betont, daß die immer mehr betonte Ge-

websfreundlichkeit neben den kosmetischen Momenten dazu beigetragen habe, daß das Porzellan als Kronen- und Brückenwerkstoff sich immer mehr einbürgern konnte und die Porzellanmantelkrone einen unverrückbaren Platz in der Prothetik des fortschrittlichen Zahnarztes inne hat. Einen negativen Standpunkt gegenüber der Gewebefreundlichkeit des Porzellans nimmt nur Strack ein, der behauptet, daß an den Rändern von Porzellanmantelkronen Entzündungen mit subakutem Verlauf entstehen würden.

## b) Kunststoff

Ein großer Konkurrent ist dem Porzellan als Verblendmaterial im Kunststoff erwachsen, der sich relativ schnell einen Platz in der Zahntechnik erobern konnte und heutzutage fast mehr Verwendung findet als das Porzellan, da er auf Grund verschiedener Eigenschaften von vielen Autoren dem Porzellan vorgezogen wird. So betont Rank, daß die Metallkronen mit Kunststoffacetten nicht mehr aus der zahnärztlichen Prothetik wegzudenken seien und diese Facettenkronen für Frontzähne seit dem Erscheinen des Kunststoffes oder vielleicht seit seiner Verbesserung erst richtig ausgeführt werden könnten. Er weist vor allem auf die einfache Verarbeitung und auf die Haltbarkeit des Kunststoffes hin, während er die Mißerfolge auf die zu großen Forderungen zurückführt, die an den Kunststoff gestellt wurden; er hält es nämlich für falsch, vom Kunststoff eine Funktion zu verlangen. Hofmann erwähnt die mannigfaltige Verwendungsmöglichkeit des Kunststoffes, ferner seine einfache Verarbeitung und die Preisgünstigkeit, welche er als die Ursache der völligen Verdrängung des Kautschuks ansieht. Sikora und Proell sprechen von der praktisch unbegrenzten Anwendungsmöglichkeit des Kunststoffes, Mathé, Hruska und Driak schränken die Anwendung etwas ein, während Spreng, Reichenbach und Häupl einen kritischen Standpunkt einnehmen und Klughardt, Geier, Fehr u.a. den Kunststoff auf Grund verschiedener negativer Eigenschaften ablehnen. Hofmann steht auf dem Standpunkt, daß der Zeitpunkt, innerhalb welchem der Kunststoff den Anforderungen gerecht wird, noch zu gering sei, sieht jedoch darin keine Alternative zum Porzellan. Mathé vertritt die Meinung, daß man nicht auf den Kunststoff wegen seiner Mängel verzichten, sondern lernen sollte, diese durch geeignete Konstruktion und Verarbeitung zu beseitigen; Langer nennt als Positivum der Polymerisate die Vormodellierbarkeit in Wachs, während Schroeder, Fröhlich und Selbach neben der einfachen Verarbeitung auch auf die Wirtschaftlichkeit des Kunststoffes hinweisen. Negativ zum Kunststoff äußert sich Tanzer, indem er schreibt, daß der Kunststoff nicht die Qualität aufweise, die seine Hersteller versprochen hätten.

Gonon und Le Chanjour haben die Eigenschaften des Kunststoffes wie folgt zusammengefaßt:

1. Zu weich und der Abrasion unterworfen.
2. Starke Elastizität, die für die Sicherheit der Aufzementierung nachteilig ist.

3. Viel widerstandsfähiger gegen Zugbeanspruchung als Porzellan, ungenügend widerstandsfähig gegen Kompression.
4. Unter dem Einfluß wiederholter Belastungen können bleibende Deformationen entstehen.
5. Rückstandpolymerisationen sind möglich.
6. Spontane Veränderungen von Volumen und Form sind möglich (wenn auch nur minimale).
7. Genügende chemische Widerstandsfähigkeit im Milieu des Mundes, aber löslich in Chloroform, Trichloraethylen, Azeton, Eugenol, veränderlich durch starke Alkohole und andere chemische Stoffe.
8. Geringe Wasserabsorption, die aber nebensächlich zu sein scheint, da z.B. immer wieder geraten wird, Prothesen unter Wasser aufzubewahren.
9. Geringe Löslichkeit in Wasser, die aber an Veränderungen am Rande sehr dünner Schichten schuld sein kann.
10. Der Kunststoff soll mindestens 24 Stunden Ultraviolettbestrahlung und 100 Stunden Tageslicht ohne Farbveränderung ertragen, Belichtung kann die Rückstandpolymerisation anregen.
11. Temperaturen von 65 - 76 Grad C (heiße Getränke) nähern sich dem Wiedererweichungspunkt. Größere Empfindlichkeit gegen Deformation unter Belastung und Nachpolymerisation.

Auf Grund dieser Eigenschaften bezeichnen beide den Kunststoff als nicht ideal, räumen ihm aber einige Vorteile dem Porzellan gegenüber ein.

Dieser Zusammenstellung stellt Sendtner die Forderungen gegenüber, die von Polymerisaten, die in der Zahnheilkunde verwendet werden, verlangt werden müssen:

1. Eine ausreichende Härte.
2. Eine dem natürlichen Zahn nahestehende Abrasionseigenschaft (Abriebfestigkeit).
3. Eine statisch und dynamisch hinreichende Starrheit und Elastizität bei möglichst geringer Sprödigkeit (hochelastisch).
4. Transparenz, Transluzenzeigenschaften und eine in jeder Farbe möglichst leichte Anfärbbarkeit.
5. Temperaturunempfindlichkeit, leichte Bearbeitbarkeit und Politurfähigkeit.
6. Mund-Farbbeständigkeit (chemische Widerstandsfähigkeit, Säurebeständigkeit).
7. Unquellbarkeit, also wasserecht.
8. Nicht schrumpfend.
9. Gewebefreundlichkeit (biologisches Verhalten).
10. Leichtes spezifisches Gewicht.
11. Große Festhaltefähigkeit bei leichtem Eindringen in Hohlräume und Retentionen.

## I). Indikation

Rank, Schroeder, Strack und viele andere wollen den Kunststoff nur als Verblend- und nicht als Basismaterial für Verblendkronen und Brücken angewendet wissen. Strack lehnt sogar einfache Kunststoffmantelkronen in allen Fällen direkter Kaubelastung ab. Dazu rechnet er:

1. Alle Prämolaren und Molarenkronen auf vitalem Stumpf, soweit sie nicht zufällig außer Kaubelastung stehen.
2. Alle Frontzahnkronen, bei denen aus der Form und den Schlißflächen an den Gegenzähnen zu ersehen ist, daß sie durch die Art der Bewegungsführung unter einer mehr als normalen Belastung stehen. Nur auf diese Weise hält er Mißerfolge für vermeidbar.

Fritsch hält den Kunststoff nur für geeignet, den vom Antagonisten ausgeübten Kaudruck auf das Stützgerüst zu übertragen und dem Zahnersatz das kosmetische Aussehen zu verleihen. Lorenz benützt den Kunststoff nur für Verkleidungszwecke und für Mantelkronen im Frontzahnggebiet. Hier hält er den Kunststoff für besser als das Porzellan, besonders in Bezug auf die Haltbarkeit.

Sendtner teilt die Indikation ein in eine sichere und eine umstrittene Indikation. Zur Ersteren zählt er die Stiftkrone nach dem Gerlachsystem und die Mantelkrone; zu Letzterem die einfache Kunststoffkrone ohne Schulterpräparation. Nach Ansicht von Freivogel kommen Kauflächen aus Kunststoff jedoch nicht in Betracht. Spieckermann bezeichnet den Kunststoff im Gegensatz zu vielen anderen Autoren als regelrechtes Kronen- und Brückenmaterial, vor allem bei vitalen Pfeilern, kontraindiziert hält er ihn nur für Stege wegen des rein physikalischen Haltes des Kunststoffes am Metall. Er meint allerdings damit nur den SR Kunststoff.

## II) Abrasions- und Kantenschutz

Die Abrasion ist nach Ansicht der meisten Autoren noch viel zu groß, um auf einen Kantenschutz verzichten zu können. So betont Voss, daß Kunststoffblenden ohne Kantenschutz mit nur unzureichender Metallbedeckung dem Abrieb, der ja auch nach Aufhebung des direkten Kontaktes mit dem Gegenzahn weitergeht, für die Lebensdauer der Brücke (10 Jahre) nicht widerstehen. Strack verlangt ebenfalls einen Kantenschutz, schreibt aber, daß Kauflächen aus Kunststoff bei der mehr als Hackbiß zu bezeichnenden Bewegung, obwohl diese mit großer Kraft ausgeführt wird, sich als ziemlich Abkauungsfest erwiesen hätten, während bei der reinen Abriebbewegung, also beim Mahlvorgang, er wenig Widerstand zu leisten vermag, was Strack auf die Elastizität zurückführt. Den eigentümlichen Vorgang der weiteren Abkauung um 0,7 mm über den Zeitpunkt der Berührung mit den Gegenzähnen hinaus, erklärt er mit den Ermüdungserscheinungen im Material bei

diesen Vorgängen. Nach Klughardt ist die Abrasion oft so stark, daß bei normalem Rundbiß im Laufe der Zeit ein immer größer werdendes Klaffen im Bereich des Kunststoffkörpers auftritt. Für dieses Klaffen macht er die zu geringe Ritzhärte des Kunststoffes verantwortlich und hält daher eine ausreichende Metalldeckung für unerläßlich. Andere Autoren, wie Lundquist, Gottfriedsen und Hruska setzen die Abrasion des Kunststoffes in seiner jetzigen Zusammensetzung der physiologischen Abrasion der natürlichen Zähne gleich. Erstere weisen vor allem auf die Fabrikate aus USA (Justi und Mayerson) hin, die sie sogar als abrasionsfest bezeichnen. Hruska hält diese Abrasion für gut, wenn z.B. auch das Restgebiß der Abrasion unterliegt.

Mathé sieht vor allem in der Scheuerwirkung der Zahnbürsten die Hauptursache für die Abrasion, er geht dabei von der Annahme aus, daß die Frontzähne, die ja sichtbar sind, eingehender gereinigt werden als die Seitenzähne und daß die oberen Frontzähne, die bei tiefem Überbiß die unteren Frontzähne decken, stärker gescheuert werden. Mathé versuchte an Hand eines Modellversuches den Abrieb von Palapontfacetten durch Zahnbürsten festzustellen und zwar für einen Zeitraum von 5 Jahren, bei zweimaligem Zähneputzen pro Tag.

Ergebnis: Die Abrasion war höchst gering. Er räumt daher bei starken Abrasionserscheinungen der Zahnbürste nur eine sekundäre Bedeutung ein, auch wenn die Abriebfestigkeit des Kunststoffes durch Wasseraufnahme und Alterung eine Steigerung erfährt. Er sucht daher den abradierenden Faktor mehr in der Nahrung und zwar in ihrem mechanischen Zustand und nicht etwa in ihrem "Säuregrad". Er glaubt auch auf Grund seiner Beobachtungen sagen zu können, daß für den Abrieb tatsächlich die mechanische Zerkleinerung der Speisen in erster Linie in Frage kommt. Dabei hält er die Stellung der Frontzähne zueinander, sowie die Tonuslage der Lippen- und Wangenmuskulatur für sehr wichtig. Bei starkem Überbiß und gleichzeitiger Retrusion des Unterkiefers erwies sich die Abrasion als geringer. Bei Protrusion der oberen Front dagegen mit relativ kurzer aber straffer Oberlippe und trotz gleichzeitiger Rückwärtslage des Unterkiefers waren die Abriebe stärker ausgeprägt.

Van Thiel hat diese Versuche in dem Sinne erweitert, daß nicht nur ein Brückenkunststoff geprüft wurde, sondern daß verschiedene Prüfkörper aus Kunststoff und Metall ausgesucht wurden, um in ähnlicher Weise den Abrieb mittels einer Oberflächenprüfmethode und der Photographie zu bestimmen. (Für die Oberflächenmessung wurde der induktive Weggeber (Typ G. N. 5537) der Firma Philipps gebraucht, die Aufzeichnung erfolgte über eine Brückenschaltung mit Verstärker in einen Lichtpunktlinienschreiber). Für diesen Versuch wurde eine motorgetriebene Vorrichtung verwendet, die den Vorgang des Zahnbürstens nachahmte. Die Belastung der Bürste betrug 45 Gramm, die Zahl der Bewegungen wurde etwa für ein Jahr der üblichen Zahnbürstenbetätigung errechnet, mit mittelharter Kunststoff-Borstenbürste und qualitativ einwandfreier, viel benutzter Zahnpaste durchgeführt.

Ergebnis: Die Oberflächenbilder zeigten recht erhebliche Unterschiede im Abrieb,

je nach Art des geprüften Kunststoffes. Plexiglas, welches zum Vergleich mit den prothesenüblichen Kunststoffen miteinbezogen wurde, zeigte einen wesentlich größeren Widerstand gegenüber dem Bürsteneinfluß. Auch besteht eine erhebliche Diskrepanz in der Erscheinungsform und in der Stärke der Abnutzung zwischen kalt- bzw. wärmepolymerisierendem Material. Gerade das erstere bietet das Bild starker Oberflächenveränderung während ein ebenfalls geprüfter Metallkörper (Gold-Platin-Legierung) unter der Benutzung von Zahnpaste kaum einen Abrieb und nur minimale Streifen der Oberflächenstruktur nach dem Bürsten aufweist.

Ein deutlicher Unterschied ist aber bei der gleichen Dauer der Bürstenbewegung festzustellen, ob diese nur mit Wasser oder mit Zahnpaste guter durchschnittlicher Qualität ablaufen. Auch wertmäßig erscheint die Abnutzung durch die Zahnpaste nicht so bedeutungslos zu sein für den Schwund des Kunststoffes als Verkleidungsmaterial in Kronen- und Brückenarbeiten. Es ist durchaus verständlich und kann nach Ansicht des Autors mit dem Putzvorgang in Übereinstimmung gebracht werden, daß Frontzahnanteile von Brücken mit Kunststoffverkleidung schneller unansehnlich werden, als solche im Seitenzahnbereich. Die starke Oberflächenveränderung der Kunststoffe durch den Bürstvorgang muß auch andere Einflüsse auf denselben wie Quellung Alterung usw. fördern. Daß Brückenträger im Frontzahng Gebiet den Reinigungsvorgang im Frontzahnggebiet intensiver betreiben, sobald die geringsten Spuren scheinbarer Verfärbung auftreten, mag außerdem Veranlassung für die schnellere Abnutzung sein.

Auch Hofmann hat Untersuchungsergebnisse über die Abrasion des Kunststoffes auf der buccalen Fläche veröffentlicht. Die ersten Abrasionserscheinungen konnte er nach ungefähr 2 Jahren deutlich erkennen. Dabei war die Abrasion im Frontbereich stärker als im Backenzahnbereich, im Oberkiefer größer als im Unterkiefer und bei fortlaufendem Zahnersatz größer als beim Einzellersatz in der natürlichen Zahnreihe. Nach ungefähr 5 Jahren war die individuelle Oberflächengestaltung kaum mehr zu erkennen. Die fazialen Flächen beginnen bei diesem Zeitpunkt die Wölbung zu verlieren und sich abzuflachen. Als unangenehme Folgen, die vom Patienten stark empfunden werden, stellten sich folgende heraus:

1. Die natürliche Gestalt, die der Facette vom Hersteller gegeben wurde, ging verloren.
2. Der Untergrund (Metallfassung, Aufbaukörper, verfärbter Zahnstumpf oder Zementierungssubstanz) schimmert durch die Kunststoffmasse durch, wodurch die Farbe abgeändert wird. Bei 6 Arbeiten (2 Mantelkronen und 4 Frontzahnbrücken) war die faziale Kunststoffverkleidung nach 7, 8 bzw. 10 und 11 Jahren durchgescheuert.

Hofmann betont daher, daß ein Kunststoff hergestellt werden müsse, dessen Abrasion der des natürlichen Zahnes gleichgesetzt werden kann. Er hält aber die natürliche Art des Kaugeschäftes bzw. die kaufunktionelle Beanspruchung, die Art der Speisen und die Pflege mittels entsprechender Zahnbürsten und Pasten für entscheidend.

### III) Zug- Kompressions- und Biegebeanspruchung

Die relativ hohe Elastizität des Kunststoffes wird von den meisten Autoren als großer Nachteil angesehen. Tanzer hält z.B. den Kunststoff wegen des "kalten Flusses", jenem Nachgeben und Ausweichen gegenüber konzentriertem Druck einer Dauerbeanspruchung für nicht gewachsen, während Proell schreibt, daß der Kunststoff selbst bei richtiger Verarbeitung und homartiger Beschaffenheit zwar eine hochgradige Biegefestigkeit erreiche, aber die hohe Elastizität bei Überbeanspruchung ein Verziehen des Werkstückes mit sich bringe, das zur Abwandlung seiner Form und damit zur Ablösung vom Wurzelstift oder Zahnstumpf führe. Klughardt schreibt, daß die hohe Elastizität und die in dem Maße auftretenden inneren Spannungen sich bei Brückenarbeiten besonders dadurch ungünstig bemerkbar machen, daß bei einer vertikalen Belastung stets ein Loslösen des Werkstoffes von den Ankern (Steg- oder Stützgerüst) eintrete. Untersuchungen von Dolder, Falck, Sendtner, Streich und Strack ergaben hohe Festigkeitswerte des Kunststoffes hinsichtlich der Biegefestigkeit im Gegensatz zum Kautschuk. Auch in der Zerreißprobe ergaben sich ausgezeichnete Werte. Der Kunststoff darf jedoch auf die Dauer keine Volumenänderung erfahren, ebensowenig wie eine Dauerbiegebeanspruchung, denn diese stellt mit den Zonen der Zug- und Druckbeanspruchung nichts anderes dar, als eine Dauervolumenbeanspruchung. Innere Spannungen waren kaum vorhanden, wenn auf kleine äußere Belastungen hin ein Bruch eintritt, ohne daß dieser hinreichend aus den Verhältnissen von Ausgangsfestigkeit und Krafteinwirkung begründet ist, oder wenn sich solche innere Spannungen in polarisiertem Licht direkt sichtbar machen lassen. Bei diesen Versuchen ergab sich auch ferner, daß in vielen Kunststoffen innere Spannungen von selbst nach 1 bis 2 Jahren durch einfache Lagerung auftreten und nicht gegenüber der Dauervolumenbeanspruchung, die nach den Untersuchungen von Strack am stärksten die Stabilität der Moleküle beeinflußt. Das Lösen aus dem Verband von Kronen oder Stiftzähnen beruht nach diesen Untersuchungen allein auf der großen Elastizität des Kunststoffes. Als Ursache dieses LoslöSENS erwies sich das Zement, das den starren Stumpf und den elastischen Kunststoff verbindet und eine sehr hohe Sprödigkeit aufweist. Die Lösungen der Verbindung traten stets in der Zone zwischen Zement und Stumpf auf. Würde zwischen Krone und Stumpf ein anderes Übergangsmaterial gewählt, das zum Teil die Eigenschaften der Krone, zum Teil die des Stumpfes in sich birgt, z.B. eine Metallarmierung, die den Stumpf fest umfaßt und mit beweglichen Anteilen in die Krone ragt, würde das einen "Schubmeider" darstellen und die Ablösungen der Krone würden nicht mehr zu beobachten sein. Solche Ablösungen hat Strack besonders bei Abrasionszähnen im Frontzahngebiet festgestellt. Hier weicht das Kunststoffmaterial dem Kaudruck nach beiden Seiten aus, wobei sich ein deutlicher Spalt zwischen Krone und Stumpf bildet; oder aber, was viel häufiger ist, es kommt unter Angriff an dem langen Hebelarm der freien Ecken unter Verwindung der Krone zur Loslösung von der Ecke her. Deshalb war ein Bruch solcher Abrasionskronen seltener als die Ablösung,

weil der Abrasionszahn ja mit weitausladenden Ecken versehen ist und der Abscherwinkel dadurch sehr ungünstig wird. Im Backenzahnbereich erwies sich dagegen durch die Dauereinwirkung in Richtung der Volumbeanspruchung der Bruch häufiger als die Ablösung. Als eine ausgesprochene Fehlkonstruktion in dieser Hinsicht ergab sich die Krone mit Anhänger, die sich sehr schnell wieder vom Stumpf löste.

Mathé sieht in der Elastizität des Kunststoffes eher einen Vorteil, da durch sie der Kunststoff etwas nachgeben kann und die Facette nicht so leicht aus der Fassung herausgedrückt wird. Sendtner verlangt vom Kunststoff eine statisch und dynamisch hinreichende Starrheit und Elastizität bei möglichst geringer Sprödigkeit, während Langer vor allem auf den Ermüdungsbruch des Kunststoffes hinweist, der in der Regel nach 2 Jahren auftritt und die Sprödigkeit des Porzellans wieder wettmacht.

#### IV) Chemische Widerstandsfähigkeit

Klughardt hat darüber folgendes Versuchsergebnis veröffentlicht: Der Kunststoff erwies sich als wenig resistent auf Säuren und vor allem schon auf schwache alkoholische Lösungen.

Spreng unternahm folgende Versuche: Er legte Versuchsplättchen aus Palapont zunächst bei Zimmertemperatur in eine alkoholische Lösung, nämlich Jodtinktur (10 % Lösung von Jod in Spiritus). Die Plättchen verfärbten sich, ohne daß eine Zerstörung der Oberfläche auftrat. Diese Verfärbung war auch durch mehrmaliges Waschen nicht zu entfernen. Bei Benetzung der Versuchsplättchen im Brutschrank (bei 37 Grad C, Jodtinktur) entstand sogleich eine Entfärbung und eine Erosion. Die Einwirkungsdauer betrug eine halbe Minute.

Langer schreibt, daß sich der Kunststoff als mundbeständig erwiesen hätte, gibt aber zu, daß er chemisch angreifbar ist, was eine raue Oberfläche und eine Auflageverfärbung zur Folge hat. Er stellt folgende Regel auf: Der Kunststoff ist gegen 45%igen Alkohol empfindlich; Essigsäureäthylester, Jodtinktur, Pregelösung als Mundwasserzusatz, Hoffmannstropfen, Myrrhentinktur, essigsäure Tonerde sollen nicht längere Zeit mit dem Kunststoff in Berührung bleiben. Unter den normalen Mundverhältnissen sind aber Auflösungs- und Quellungserscheinungen nicht zu sehen. Im Gegensatz dazu steht Heintz mit seiner Ansicht, daß der Kunststoff gegenüber Speichleinflüssen nicht immer resistent sei.

Schroeder hält ein häufiges Spülen mit Mundwässern, besonders auf der Basis alkoholischer Lösungen und ätherischer Öle für Acrylate nicht gut; er sieht darin eine Ursache der Quellung und Rißbildung. Gottfriedsen hält jedoch die Kunststofferzeugnisse von Justi und Mayerson für absolut beständig gegenüber Monomerem und anderen Lösungsmitteln. Diese Beständigkeit bezieht er darauf, daß die fertigen Werkstücke keine Craqueléesprünge mehr aufweisen, und daß keine Farbveränderungen der Kronen und Brücken mehr möglich sind.

## V) Farbveränderungen

Mathé gibt als Ursache der sehr häufig auftretenden Farbveränderung des Kunststoffes die Spaltbildung zwischen Metall und Kunststoff an, die bei Temperaturveränderungen infolge verschiedener Ausdehnungskoeffizienten entsteht. Als weiteren Grund führt er die eventuell auftretende Oxydation der Metallunterlage und das direkte Aufpolymerisieren des Kunststoffes auf das Metall an. Er arbeitet daher den Kunststoff an den Rändern nicht zu dünn aus, um den schon mikroskopisch vorhandenen Spalt durch ein Ablösen des dünnen Kunststoffrandes nicht zu vergrößern und so ein Eindringen von Mundflüssigkeit in den Spalt zu vermeiden. Ferner erwähnt er, daß sich der Kunststoff auch selbst verfärben kann, wenn die bei der Korrosion dauernd gebildeten, verschieden gefärbten, chemischen Verbindungen (Oxyde, Sulfide) die dünnen Kunststoffränder dauernd angreifen. Schroeder stimmt mit Mathé in dem Punkt überein, daß der Kunststoff nicht direkt auf die Metallunterlage gepreßt, sondern aufzementiert werden soll. Er weist auch auf die kapillaren Spalten hin, die ein Eindringen von Speichel und Fremdstoffen aller Art gestatten und damit Korrosionserscheinungen und Verfärbung begünstigen. Voss berichtet, daß die Kunststoffzähne nach Jahren ein gleichmäßig opakes Aussehen annehmen, das sie von den natürlichen Zähnen stark unterscheidet. Er führt dies auf eine wahrscheinliche Wasseraufnahme des Kunststoffes zurück. Klaffenbach führt die blaue Verfärbung am Facettenrand auf die Schrumpfung des Materials und auf die manchmal nur sehr dünn gestaltete Facette zurück. Reumuth konnte bei einigen Patienten eine starke, bei anderen dagegen nur eine geringe Verfärbung des Kunststoffes beobachten; er führt daher die Verfärbung auf das Milieu zurück, in dem sich der Kunststoff befindet, er macht auch die Pflege und das Vorhandensein verschiedener Metalle (hier sehr starke Verfärbung) im Munde für die Verfärbung verantwortlich. Klughardt gibt für die Verfärbung des Kunststoffes in Verbindung mit Metall bei festsitzendem Ersatz folgende Gründe an:

1. Poröse Oberfläche des Kunststoffes.
2. Spaltbildung zwischen Kunststoff und Metall.
3. Metallische Auflagerungen durch Niederschlag von Metallionen (ständige Abgabe von Metallionen auf den Kunststoff); ferner Oxydation oder Schwefelverbindungen (diese entstehen, wenn Eiweißstoffe in Zersetzung übergehen).

Er konnte sogar einige Fälle beobachten, bei denen die Verfärbung bis in das Tiefschwarze ging.

Mit diesen 3 Punkten stimmt auch Schmidt überein, der jedoch im Gegensatz zu Reumuth behauptet, daß die Ursache für ständige Ionenabgaben nicht im Vorhandensein verschiedener Legierungen im Munde liegen müsse, zwischen denen vielleicht eine große Potentialdifferenz besteht. Auch wenn

nur eine (eine Edelmetalllegierung) im Munde ist, hält Schmidt eine Abgabe von Metallionen für möglich, auch eine zu dünne Kunststoffschicht macht er für die Verfärbung verantwortlich.

Hofmann weist auf die höhere Lichtdurchlässigkeit der Transparenz des Kunststoffes im Vergleich zum Porzellan hin. Er hält aber diesen vermeintlichen Vorteil für einen Mangel des Kunststoffes, da bekanntlich darunterliegende anders gefärbte Substanzen deutlich durch die dünnen Kunststoffplatten hindurchschimmern. Zu diesen Substanzen rechnet er dunkle Zahnstümpfe und Metalle, die als Füllung, Aufbau oder Gerüst dienen und sehr deutlich durchscheinen, wenn die darüberliegende Kunststoffschicht nicht mindestens einen Millimeter dick ist. Dieses bedeutet seiner Ansicht nach eine naturnotwendige Massenanhäufung, die in bestimmten Situationen infolge der störenden Volumenvergrößerung und Formveränderung gegenüber dem natürlichen Material oder dem gewohnten Aussehen unschön wirken kann; dies zieht seiner Ansicht nach einen weiteren Nachteil des Kunststoffes mit sich, nämlich ein relativ großes Opfer an Zahnschubstanz und zwar sowohl dort, wo der Ersatz sichtbar wird, aber auch in der Regel dort, wo die natürliche Zahnschubstanz ohnedies wenig mächtig ist, nämlich im Bereich des Zahnhalses, da an dieser Stelle eine Stufe in das Zahnbein eingeschnitten wird, wie dies z.B. für alle Mantelkronen üblich ist. Für die Facetten- oder Verblendkronen verlangt er, daß die Stufe noch weiter pulpawärts vorgetrieben wird und die Approximal- und Okklusalfächen noch stärker im Umfang gekürzt werden, was aber unter Umständen eine Schädigung der Pulpa bedeuten kann. Er mußte auch die Beobachtung machen, daß der Kunststoff, selbst wenn er noch so sorgfältig nachpolymerisiert ist, keine glatte Oberfläche besitzt und sich daher einige Monate nach der Fertigstellung verändert. Um die erwähnten, unmittelbar und mittelbar mechanisch toxischen Nachteile (Restmonomere, Einlagerung toxischer Substanzen) auf ein Minimum zu reduzieren, hält er, von der richtigen allgemeinen Verarbeitung abgesehen, zwei Dinge für erforderlich, einmal das von Uhlig angegebene Nachpolymerisieren und das Vermeiden von scharfen Kanten, rauen Flächen und nicht zuletzt der allzugroßen Nähe zum Zahnfleisch. Er veröffentlichte bezüglich der Beständigkeit bzw. des Nachlassens des kosmetischen Effektes folgende Versuchsergebnisse:

1. Farbbeständigkeit: Die Änderung ist stets mit einer Änderung der Kunststoffsubstanz als solcher verbunden, wie z.B. Aufnahme von Wasser oder auch Lösungen, oder durch eine Änderung der Farbfüllkörper.
2. Verfärbung: Änderung der ursprünglichen Farbgebung auf Grund des Eindringens von Fremdstoffen in entstandene Spalten und Zwischenräume, also auch in die Poren. Sie tritt immer dort auf, wo eine rein mechanische Verbindung von Kunststoff und Metall, oder Kunststoff und Zement besteht und hat nach Reumuth mit einer Verfärbung der Kunststoffsubstanz als solcher nichts zu tun.

Er bemerkt weiter, daß zu den eben gekennzeichneten Möglichkeiten einer Verfärbungerscheinung in vivo, die mit dem Material unmittelbar nichts zu tun hat, noch

andere, das Aussehen ändernde Möglichkeiten hinzukommen, deren Ursachen durchaus verschieden bedingt sein können. Zu dieser Art von Verfärbungsercheinungen kommt es nach Dolder durch eine Volumenänderung des Kunststoffes und die dadurch bedingte deutliche Expansion desselben, die wiederum eine Spaltbildung begünstigt. Diese Volumenschwankungen führen jedenfalls zu Änderungen der Farbe, da die ungünstigen Farbprodukte bei der Transparenz des Materials durchschimmern.

Eine zweite, ganz andere unmittelbare Möglichkeit ist nach den Versuchen in der Masse selbst zu finden: Porenreichtum, Flüssigkeitsabgabe, ferner Abwanderung der ursprünglich zugesetzten Farbpigmente, und Aufnahme färbender Fremdprodukte. Die erste Gruppe faßt Hofmann in mittelbare, die zweite Gruppe in unmittelbare Farbbeständigkeit zusammen.

### 1. Unmittelbare Farbbeständigkeit:

Die ersten Erscheinungen traten nach ungefähr 2 bis 3 Jahren auf. Der Kunststoff wurde gläsern trübe, sago- oder fischlaichartig. Ansonsten blieb bei allen nachuntersuchten Arbeiten die eigentliche Farbbeständigkeit des Kunststoffes gut. Eine größere Einbuße des kosmetischen Effektes ergab sich nicht, vor allem nicht bei den braunen, gelblichroten und grauen Farben. Die durch die Abrasion hervorgerufene Abnahme der Schichtdicke täuscht durch das durchgeschimmerte Metall oder den Zahnstumpf eine Minderung der Farbbeständigkeit vor. In Wirklichkeit ist dies jedoch nicht der Fall. Nach dem Loslösen der Kunststoffblende vom Metall stimmte nämlich die Farbe mit der ursprünglich gewählten überein, was leicht nachgeprüft werden konnte.

### 2. Mittelbare Farbbeständigkeit: (Verfärbung)

Von sämtlichen nachgeprüften Arbeiten zeigten 21 (7,4 %) Verfärbungen entsprechend der oben gegebenen Definition. Im Gegensatz zu diesem Ergebnis kam Wannenmacher bei seinen Untersuchungen auf 70 %. Hofmann erscheint diese Zahl jedoch viel zu hoch, selbst wenn die Minderung des kosmetischen Effektes, bedingt durch die Abrasion des Kunststoffes hinzugerechnet und eine durchschnittliche Tragezeit von 5 Jahren zu Grunde gelegt wird. Er erklärte dieses Ergebnis einfach mit Mängeln während der Herstellung, sowohl des Gerüsts als auch des Facettenmaterials. Als bevorzugte Stellen der Verfärbung erwiesen sich die Schneidekante mit Metallschutz, sowie der cervikale Abschluß bei Mantelkronen. Die Farbschattierungen reichten von violettblau oder braungrau bis zu orangerot (Craqueléesprünge).

## Tabelle

| Gesamtzahl 237, davon       | Gold                      | Silberpalladium | Silka    | Reiner Kunststoff |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------|----------|-------------------|
|                             | 136                       | 58              | 5        | 74                |
| davon zeigten Verfärbungen: | 9 = 6,6 %                 | 7 = 12 %        | 3 = 60 % | 2 = 3,7 %         |
|                             | insgesamt also 21 = 7,4 % |                 |          |                   |

### Dauer der Inkorporation:

|       |       |              |
|-------|-------|--------------|
| 2 - 4 | 5 - 8 | über 8 Jahre |
| 171   | 64    | 38           |

Spiekermann mußte die Erfahrung machen, daß gerade bei Verblendkronen Verfärbungen auftraten, obwohl er gute Decklacke und Befestigungszemente verwendete. Er sieht die Ursache in zu dünnen Kunststoffauflagen, unter die der Speichel und Speiseteilchen gelangten und einen Grauton der Verblendkrone erzeugten, während Lundquist und Gottfriedsen die Verfärbung auf das "Fließen" des Kunststoffes und die dadurch entstehenden Hohlräume zurückführen.

## VI) Gewebefreundlichkeit

Strack sieht im Kunststoff ein biologisches Material im Gegensatz zum Kautschuk und Porzellan; er weist auf einen Fall hin, bei dem er Porzellankronen durch Kunststoffkronen ersetzt hat, worauf die Entzündung des Zahnfleisches, die bei den Porzellankronen eingetreten war, wieder zurückging. Er berichtet weiter, daß sich die Schleimhaut an den Kunststoffzwischengliedern hochziehe, ohne dabei entzündliche Granulationen zu zeigen, während sie bei glasiertem Porzellan höchstens verbleibe, bei Metallen sich sogar absetze und bei beiden Letzteren entzündlich sich verändere oder degenerativ entarte. Er machte ferner die Beobachtung, daß eine Kunststoffkrone auch bei natürlicher Bezahnung ein bestehendes chronisches Entzündungsstadium verändern kann und zieht daraus den Schluß, daß auch die Kunststoffkrone nicht ohne Einfluß, ob günstig oder ungünstig, auf die Lebenstätigkeit der Schleimhautzellen bleibt. Entzündungserscheinungen bei Zwischengliedern konnte er experimentell nur dort erzielen, wo die Schleimhaut nicht nur bedeckt war, sondern zugleich unter einen gewissen Druck gesetzt wurde. Auch bei strichförmiger Auflage des Kunststoffzwischengliedes zog sich die Schleimhaut an dem betreffenden Kunststoffzahn hoch. Strack verglich in einem Versuch die Gewebefreundlichkeit von:

1. einer inhomogenen Silberlegierung (Silkalot)
2. braunem Kautschuk
3. Porzellan (Jenkins)
4. Kunststoff (Gingivist).

Der Kunststoff erwies sich dabei am gewebsfreundlichsten, dann folgten Porzellan, Kautschuk und Silka. Das Porzellan war deshalb ungünstiger als der Kunststoff, da es kein Porzellan im eigentlichen Sinne ist und sich im Versuch als nicht unlöslich erwies.

Janke stellte fest, daß in die makro-, mikro- und submikroskopischen Hohlräume bereits während der Polymerisation Wasser eindringt, wahrscheinlich in dampfförmigem Zustand. Diese Flüssigkeitsdepots hält er bezüglich der Gewebsverträglichkeit für ebenso wichtig als den sogenannten Monomergehalt. Hruska führt die nachteilige Reizwirkung des Kunststoffes im wesentlichen auf Verarbeitungsfehler zurück, während Vollmar starke Reizungen beobachten konnte, wenn man das Palapont im Interdentalraum über die Stufe gehen läßt. Nach Rank sind Porzellan und Palapont reizlos, wenn sie nur mit der Gewebsflüssigkeit in Berührung kommen. Palapont verhält sich dagegen ungünstig, wenn es der Schleimhaut aufliegt, da sich dann an den Poren und Schlieren Epithelreste und Speiseteilchen festsetzen und durch ihre Zersetzung die Schleimhaut reizen, so daß sie sich entzündet. Wupper konnte, wenn ein Kontakt des Kunststoffes und der Schleimhaut vorlag, in vielen Fällen Hypertrophie, zumindest aber eine Proliferation beobachten, was er auf das Residualmonomer zurückführt. Rink kam zu der Erkenntnis, daß durch Spannungskorrosionen auch an der Oberfläche Veränderungen auftreten, die auf die Dauer nicht ohne Nachteil auf die Mundschleimhaut sind. Er nennt hier vor allem die schnell polymerisierenden Kunststoffe, die auch nach dem Polymerisationsprozess in größerem Maße schleimhautschädigende monomere Anteile und kurzkettige Makromoleküle als thermisch polymerisierte Kunststoffe enthalten. Gewebsreizungen und Dauerentzündungserscheinungen der Schleimhaut, wie sie Rink feststellen konnte, deckten sich mit den Beobachtungen, die beim Eingliedern von Augenprothesen aus Kunststoff gemacht wurden. Beim Tragen dieser Prothesen traten nämlich Reizerscheinungen der hochsensiblen Schleimhaut auf, die nach dem Austausch mit Ersatz aus organischem Glas nicht mehr festgestellt wurden. Klughardt bezeichnet es als falsch, von Porzellan, Kunststoff oder Metall als gewebsfreundlich zu sprechen. Er sieht jedes Material als gewebsfreundlich an, solange es nicht auf das Gewebe drückt. Ferner hält er es für erwiesen, daß die Integrität der Schleimhaut stets durch eine breite Auflage eines Zwischengliedes verletzt wird, wobei es vollkommen gleichgültig ist, aus welchem Material die Zwischenglieder angefertigt sind, da eine flächenhafte Auflage ein Schmutzfänger bleibt, im Gegensatz zur punktförmigen Auflage. Nach Ansicht Geiers ist die Behauptung, der Kunststoff sei genauso gewebsfreundlich als Porzellan, sogar noch in erhöhtem Maße, durch nichts zu beweisen, auch nicht durch die Tatsache, daß das Gewebe an solchen Kunststoffbrückenteilen "emporwachse". Dieses prolifera-

tive Wachstum scheint ihm im Gegenteil zu beweisen, daß die Gewebsfreundlichkeit der Kunststoffe, die mit dem Gewebe in Dauerkontakt kommen, sehr eigenartig ist. Auch Sprengs Untersuchungen ergaben, daß die Gewebsfreundlichkeit des Palaponts keine ideale ist. Geier sieht in dieser Gewebsfreundlichkeit einen der größten Nachteile, da stets Beläge und Inkrustierungen zu finden sind. Hofmann schreibt, daß man im Kunststoff anfänglich einen gewebsfreundlichen Werkstoff sah, der deshalb den Kautschuk völlig verdrängen und zum Porzellan in starken Wettbewerb treten konnte. Er fordert im Gegensatz zu Strack und anderen Autoren, daß der Kunststoff von der Schleimhaut möglichst weit entfernt sein sollte. Er hält das Emporwachsen der Schleimhaut am Kunststoff als keine physiologische Anpassung, sondern als eine Reaktion auf einen chronischen Reiz, also als eine krankhafte, keineswegs als günstig zu bezeichnende Anpassung. Wannemacher stellte bei einer Untersuchung fest, daß nur in 23,2 % der Fälle keine deutlichen Schleimhautalterationen auftraten. 42,5 % der Alterationen führt er auf mechanische Reize zurück.

Hofmann kam zu folgendem Ergebnis:

1. Ohne entzündliche Alterationen: 184 Fälle = 67,5 %.
2. Alterationen im Sinne des klinischen Bildes einer Gingivitis superficialis chronika: 60 Fälle = 21,9 %.
3. Alterationen im Sinne des klinischen Bildes einer Gingivitis ulcerosa acuta oder chronika: 6 Fälle = 2,2 %.
4. Proliferative Vorgänge oder Zustände ohne Blutungsneigung im Sinne von Hyperplasien: 23 Fälle = 8,4 %.

Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Prothesenträgern waren nicht festzustellen, dagegen scheinen solche in der Art des Gebißtypus zu bestehen. Dysgnathe Typen mit vorliegender Insuffizienz des parodontalen Apparates und der Schleimhäute zeigten im allgemeinen größere Bereitschaft zu entzündlichen Alterationen. Einwandfreie Schleimhautbilder waren immer bei Kopfbiß und stark ausgebildeten Alveolarfortsätzen vorhanden. Krankheitsbilder, wie sie Bumiller beschrieb, wurden nicht festgestellt. Es ergaben sich keine Anhaltspunkte für das Vorliegen allergischer Reaktionen. Klinische Erscheinungen der Pulpa nach Herstellung des Stumpfes und dem Einsetzen der Facettenkrone konnten nicht festgestellt werden. Hofmann schreibt daher die meisten entzündlichen Erscheinungen nicht dem Kunststoff als solchem zu, da Schädigungen des Schleimhautepithels nur einen ganz geringen Prozentsatz einnehmen. Den heute zur Verfügung stehenden Kunststoff bezeichnet er bei sachgerechter Bearbeitung in seinem Verhalten zum lebenden Gewebe als indifferent (Implantate). Die meisten Ursachen, die immer rein mechanischer Natur sind, hält er bei Beachtung einiger wichtiger Punkte für vermeidbar. Er nennt vor allem die regelmäßige Reinigung, die er beim Kunststoff für viel wichtiger hält als bei dem auf Hochglanz glasierten Porzellan, da er die Neigung zur Anlagerung von weichem Detritus und dessen Mineralinkrustation, also zu Belag- und Zahnsteinansatz bei den Kunststoffen für erheblich grös-

ser als beim Porzellan hält. Da diese Eigenschaft an die Materialeigenschaften gebunden ist, hält er folgende abfallende Reihe für gegeben:

1. Gebranntes Hochglanzporzellan.
2. Geeignete Goldlegierung.
3. Kunststoff.
4. Kautschuk.

Da er es für nicht möglich hält, einen völlig porenfreien Hochglanz des Kunststoffes zu erzielen, rechnet er die vorhandenen Poren als Retentionsstellen für Detritus hinzu.

Bumiller spricht sogar von einer "Palapontgingivitis", die er in 9 Fällen festgestellt zu haben glaubt. In all diesen Fällen waren die Brücken lege artis angefertigt worden. Die Tragdauer lag zwischen 4 Wochen und 3 Jahren. Das Material selbst dürfte als alleinige Ursache ausscheiden. Auffällig war, daß es sich immer um Brücken von 4 - 7 handelte; in diesem Bereich ist bekanntlich die Umschlagfalte besonders beweglich. Oberkiefer und Unterkiefer, männliche und weibliche Patienten waren ziemlich gleichmäßig betroffen, jedoch bestand ein Unterschied: Bei weiblichen Patienten waren die Allgemeinerscheinungen bedeutend ausgeprägter als bei Männern. Als Ursache nennt Bumiller die ständige Reibung der lockeren Umschlagfalte an den Palapontgliedern, die chronische Reizung der Schleimhaut, die Hypertrophie und Hyperkeratose; durch die vergrößerte Berührungsfläche der Schleimhaut mit dem Palapont hält er die Resorption bestimmter Stoffe für gegeben. Wegen der Seltenheit der Erkrankung muß seiner Ansicht nach unbedingt eine Überempfindlichkeit der Patienten gewissen Palapontbestandteilen gegenüber vorhanden gewesen sein. In keinem der Fälle konnte jedoch ein Anhaltspunkt für etwa bestehende Allergien gefunden werden. In 3 Fällen wurden zu gleicher Zeit Palapontkronen im Frontgebiet reaktionslos getragen. Die Mundpflege war bei allen Patienten hervorragend, als Therapie nennt er die Ausschaltung der Ursache. Er kam zu der Erkenntnis, daß bestimmte Bestandteile des Palaponts nur streng lokal durch das bereits gereizte Gewebe resorbiert werden.

Geier konnte in einigen Fällen Zahnfleischreizung durch Kunststoffkronen in Form einer lividrötlichen Verfärbung und Aufquellen des Zahnfleisches sowie einer Blutungsneigung beobachten. Diese Beobachtungen widersprechen der Theorie Bumillers (chronische Reizung der Schleimhaut durch Reibung der lockeren Umschlagfalte an den Palapontgliedern). Diese entzündlichen Erscheinungen, die bei einem Kontakt von Kunststoff mit dem lebenden Gewebe zu beobachten sind, führt Geier zum Teil auf eine unsachgemäße Verarbeitung (Konstruktionsfehler), zum Teil aber auf spezifische Erscheinungen, die nur bei Verwendung von Palapont und vielleicht auch anderer Kunststoffe auftreten, zurück.

Egli bezeichnet das Palapont als solches als durchaus gewebsfreundlich, es verhielt sich nach seinen Versuchen, wenn es im Gewebe eingeschlossen und damit jedem anderen Einfluß als dem durch das Gewebe und die Gewebssäfte selbst entzogen war, genau wie Porzellan. Es übte überhaupt keine Reizwirkung aus. Eg-

li weist aber ausdrücklich darauf hin, daß das Palapont im Munde doch Reize ausüben könne.

Versuche von Spreng haben gezeigt, daß eine Anzahl der in Frage kommenden Stoffe Auflösungserscheinungen am Palapont hervorrufen können. Er hält also immer noch die Möglichkeit für gegeben, daß die entstehenden Lösungsprodukte Reizungen auf das Gewebe ausüben können.

## VII. Verhalten des Kunststoffes gegenüber Metallen

Die Verbindung von Kunststoff und Metall kann wohl als Schwachpunkt der Verblendkronentechnik bezeichnet werden, denn neben vielen anderen kamen Mathé, Schroeder, Reumuth und Schmidt zu der Erkenntnis, daß auch bei direktem Aufpressen von Kunststoff auf Metall keine Verbindung der beiden Werkstoffe möglich ist, sondern ein mikroskopischer Spalt bleibt, der sich infolge der verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten und der verschiedenen Elastizität erweitert, da beide Materialien bei Temperaturveränderungen und bei Druck die Tendenz aufweisen, sich zu trennen. Auch bei ungenügend starker Goldarmierung hebt sich der Kunststoff ab, da sich das zu dünne Gold durchbiegt, ferner konnte Mathé ein Abheben des Kunststoffes bei unvollständigem Kantenschutz beobachten. Schroeder hält es ebenfalls für verkehrt, Kunststoff auf Stege oder Goldrückenplatten aufzupolymerisieren, da der Halt nur rein physikalisch ist. Er bevorzugt daher entweder das Fingerschutzsystem oder eine rein mechanische Retention mit Hilfe sehr dünner Golddrähte. Strack und Klughardt machen die inneren Spannungen des auf einer Metallunterlage aufgepreßten Kunststoffes für die Loslösung desselben vom Stützgerüst bei vertikaler Belastung verantwortlich. Die Schrumpfung des Kunststoffes führt Klughardt auf die Wasseraufnahme bei der chemoplastischen Verarbeitung zurück, während Strack auf die Verziehungen aller auf eine Metallunterlage aufgepreßten Kunststoffe hinweist, die er darauf zurückführt, daß sich alle auf Metall gepreßten Kunststoffe nicht ruhig verhalten. Er gibt diese Verziehungen auch als möglichen Grund für die Verfärbungen des Kunststoffes an.

Auch Janke hält nur eine Verbindung von Kunststoff und Metall mittels rein mechanischer Momente für möglich und weist dabei auf die Eigenschaft des Kunststoffes hin, bei relativ niedrigen Temperaturen bereits plastisch verformbar zu sein, so daß er die Retentionen umfließen und sich der Metalloberfläche mehr oder weniger dicht anlegen kann. Er legt dabei größten Wert auf eine möglichst gute Wandständigkeit, um ein Dazwischendringen von Erregern und Nährsubstraten zu vermeiden. Die Kunststoffumhüllung des zentralen Metallgerüsts bei herausnehmbaren Brücken hält er für nicht fest genug, noch ungünstiger bezeichnet er die Verhältnisse bei starr verbundenem Brückenersatz. Grundsätzlich anders beurteilt er die Verbindungen, bei denen der Kunststoff einer Metallfläche einseitig anliegt, oder einen metallenen Rahmen ausfüllen soll, z.B. bei einem Brückenkörper mit vestibulärer

Kunststoffverkleidung und bei Verblendkronen, denn der Metallrahmen weist in diesen Fällen unter sich gehende Stellen auf, in denen der Kunststoff wie ein Edelstein in einer Fassung gehalten werden soll. Hier wirkt sich jedoch die Schrumpfung in ungünstigem Sinne aus, in dem sie, da zentripetal gerichtet, den Kunststoff vom Metallrahmen wegzieht, wodurch dieser seinen dichten Randschluß verliert und es dadurch zu durchgehenden Spaltbildungen kommt, die für die häufig auftretende Verfärbung des Kunststoffes und Kariesentstehung am darunterliegenden Pfeilerzahn (Kirsten) verantwortlich zu machen sind.

## VIII) Verarbeitungsmethoden des Kunststoffes

Um verschiedene Nachteile des Kunststoffes, z.B. Verfärbung, Ablösen von der Metallunterlage, oder zu starke Abrasion zu beseitigen, wurden verschiedene Verarbeitungsmethoden angegeben um dieses Ziel zu erreichen. Um die Spaltbildungen zu beeinträchtigen, empfiehlt Janke die Blasendruckmethode von Knappwost, mit der er in der Lage zu sein glaubt, bei Kurzzeitpolymerisation und zusätzlich angewandtem Nachpreßdruck in Verbindung mit völliger Entfernung der Wachsspuren auf der Metalloberfläche die somit auftretenden Spalten praktisch zum Verschwinden zu bringen. Bei einem weiteren Versuch konnte er feststellen, daß sich der Randschluß mit zunehmender Polymerisationsdauer verschlechtert, so daß auch die völlige Entfernung des Wachses und das Nachpressen nicht mehr in der Lage sind, die Randdichte zu gewährleisten. Die Ergebnisse dieser Versuche sind folgende:

Kurzzeitprobe (30 Minuten anheizen, 25 Minuten kochen),  $\frac{1}{4}$  Spaltbreit.

Mittelzeitpolymerisation (60 Minuten bei 70 Grad C, 35 Minuten bei 100 Grad C),  $\frac{12}{100}$  Spaltbreite.

Thermoplastische Verformung: Da die Polymerisationsschrumpfung entfällt und die thermische Kontraktion solange kompensiert werden kann, wie der Kunststoff noch plastisch ist, ist zu erwarten, daß der Spalt möglicherweise enger wird als beim chemoplastischen Verfahren.

Er hält es daher für zweckmäßiger, für dieses Spezialgebiet die Kurzzeitmethode, verbunden mit Nachpressen und Entwachsen, beizubehalten, um ein Maximum an Wandständigkeit zu erreichen, oder aber noch besser zum thermoplastischen Einpressen überzugehen, was noch den Vorteil hat, vor dem Einpressen den Zahn zu vergleichen, um eine größere Sicherheit bezüglich der Farbgebung zu erreichen; ferner ist bei dieser Methode die Gefahr eines Durchscheinens des Metalles infolge der größeren optischen Dichte des Kunststoffes geringer. Janke glaubt, daß man damit wahrscheinlich ein Optimum erzielen könne, da neben guter Randdichte auch eine gute Abrasionsfestigkeit infolge der hohen mechanischen Qualität erreicht werde, indem im chemoplastischen Langzeitverfahren vorgearbeitete Facetten- und Kauflächenzähne mit dem Metallgerüst thermoplastisch nachpressend verbunden werden. Er hält es auch für besonders wichtig,

ein Eindringen von Wasserdampf in den Kunststoff während der Polymerisation zu verhindern, um die Bildung von makro- mikro- und submikroskopischen Hohlräumen zu vermeiden und die Abrasionsfestigkeit, Zahnähnlichkeit und Gewebsverträglichkeit nicht zu vermindern. Diesen Flüssigkeitsdepots mißt er hinsichtlich der Gewebsverträglichkeit mancher Kunststoffarbeiten dieselbe Bedeutung zu, wie dem sogenannten Monomergehalt.

Schmidt verlangt eine richtige Abschirmung der Gipshohlform gegen Austritt von Kristallwasser als einem der Hauptfeinde der Polymerisation, um eine glatte und homogene Oberfläche des Kunststoffes zu erreichen. Ferner legt er großen Wert auf die genaue Einhaltung des Mischverhältnisses ( 3 Teile Pulver, 1 Teil Flüssigkeit ) und auf die vorgeschriebene Anquellzeit. Der Preßvorgang soll sich bei schwachem Druck über längere Zeit (15 Minuten) erstrecken. Eine Temperaturerhöhung über den Siedepunkt des Monomeren hinaus soll vermieden werden, ebenso das Abschrecken in kaltem Wasser, was nur ein Auftreten von inneren Spannungen begünstigen würde. Polymerisiert muß für einen längeren Zeitraum werden zum sicheren Verbrauch des Restmonomeren. Um die Spaltbildung zu vermeiden bzw. zu reduzieren, säubert er das Metall nach dem Ausbrühen mit Chloroform von Wachs- und Fettresten und wendet die Langzeitpolymerisation bei Tieftemperatur an, indem er den Kunststoff eine Stunde bei 60 bis 70 Grad C vorpolymerisiert und ihn ebensolange zum sicheren Verbrauch des Restmonomeren unter gleichzeitiger Verwendung eines Nachpreßgerätes kocht.

Hofmann hält 2 Dinge, von der richtigen allgemeinen Verarbeitung ganz abgesehen, für erforderlich, um die mittelbar und unmittelbar mechanisch toxischen Nachteile wie Restmonomere und Einlagerung toxischer Substanzen auf ein Minimum zu reduzieren. Einmal empfiehlt er das von Uhlig 1956 für Prothesen angegebene Nachpolymerisieren auch für Kronen und Brücken anzuwenden, wenigstens dort, wo mit sogenannten empfindlichen Schleimhäuten zu rechnen ist. Ferner soll in noch stärkerem Grad als beim Porzellan jede scharfe Kante, rauhe Fläche und nicht zuletzt allzugroße Nähe zum Zahnfleisch vermieden werden. In letzter Hinsicht bezieht er auch die Verdickungen, die die Schleimhäute bei Mund- und Racheninfektionen (Schnupfen, Grippe, Angina) erleiden können, ein. Nach Ansicht Rinks kann die obere Grenze der Abriebfestigkeit durch ein Mischverhältnis von 3 zu 1, Langzeitpolymerisation und Preßdruck erreicht werden. Gottfriedsen empfiehlt, nicht zu wenig Monomer zu verwenden, um ein Entstehen von Schlieren zu verhindern, während Selbach hinsichtlich der Farbgebung bemerkt, daß der Kunststoff ständig in der gleichen Formgröße verarbeitet bzw. geliefert werden soll; ferner ist darauf zu achten, daß der Kunststoff immer in derselben Konsistenz verarbeitet wird, denn je dünner das Palapont angerührt wird, desto blasser wird die Farbe und je dicker es angerührt wird, desto kräftiger wird sie.

Um einen besonders harten und farbbeständigen Kunststoff zu erhalten, läßt Schroeder den Kunststoff eine Stunde unter der Presse, polymerisiert ihn dann 30 Minuten in kochendem Wasser und bringt ihn anschließend in den Vulkanisator,

in dem das Wasser schon kochen soll, wo er ihn 15 Minuten auf 115 bis 120 Grad C beläßt und ihn anschließend auf Zimmertemperatur abkühlt. Um die Farbe zu verbessern, spart Schroeder mit allen Grautönen, wann immer es die natürliche Zahnfarbe erlaubt. Modrach empfiehlt, um die Qualität des Kunststoffes zu verbessern, folgendes Verfahren: Er achtet vor allem darauf, daß während der nassplastischen Verarbeitung dem Kunststoff ausreichend Zeit zur Polymerisation bleibt. Er wartet nach dem Anrühren des Palaponts dessen Härtung ab, ohne Druck anzuwenden, bis es sich mit der Schere beschneiden läßt, dann preßt er das Palapont, läßt es über 12 Stunden stehen und polymerisiert es in der vorschriftsmäßigen Weise.

Menzel empfahl, die glatten Metallflächen eines Brückengerüsts mit einem Drahtgitter zu versehen. Dieser Vorschlag, der als "Schichtriegelung des Kunststoffes" bekannt geworden ist, sieht die Aufteilung der sonst glatten Metallflächen in kleine Bezirke vor, welche scharf umgrenzt sind und dem Kunststoff gegen das Ausweichen auf Druck einen Widerstand bieten sollen. Er will dadurch den "kalten Fluß" des Kunststoffes eindämmen oder abriegeln, damit sich die Schicht nicht vom Metall lösen kann. Diese Schichtriegelung steht mit der Grenzschichtgestaltung im Zusammenhang, weil die Kunststoffe den Nachteil zeigen, sich vom Metall um so leichter zu lösen, je dünner sie ihm aufliegen. Selbst wenn sich der Kunststoff nicht sofort vom Metall löst, dringt Speichel in die entstehenden kapillaren Spalten und das Metallgerüst verfärbt sich. (Tanzer)

Freitag polymerisiert das Werkstück erst nach der üblichen Methode und setzt es anschließend, nachdem es ausgearbeitet und poliert ist, eine Stunde einer Temperatur von 120 Grad C aus (z.B. im Sterilisator). Diese Vergütung kann auch in einem Flüssigkeitsbad erfolgen (Paraffin, Glycerin), ebenfalls bei 120 Grad. Es wurde dabei der Kunststoff Fluorplast verwendet. Er hat damit nach seinen Angaben folgende Steigerung der Kunststoffqualität erreicht:

- a) Die Abriebfestigkeit und Härte der Zähne.
- b) Farbstoffe, sogar konzentrierte Jodtinkurlösung, dringen nicht mehr in die Kunststoffzähne ein, womit völlige Farbbeständigkeit gewährleistet ist.
- c) Bei Anwendung konzentrierter Lösungsmittel, wie Alkohol, Äther, monomere Flüssigkeit usw. bleiben die Kunststoffe craqueléefest; selbst bei Chloroformeinwirkung ist die Lösungsunempfindlichkeit relativ groß.
- d) Die Festigkeit bei der Dauerbiegebelastung der Prothesenplatten wird grösser, die Wasseraufnahmefähigkeit verringert und etwaige Restmonomere in der Platte werden beseitigt.

Er machte mit den auf diese Weise hergestellten Kunststoffzähnen folgende Versuche

10 Minuten in Jodtinktur:

unvergütet: braunverfärbt

vergütet: Farbe unverändert

10 Minuten in Chloroform:

unvergütet: starke Auflösung

vergütet: große Lösungsunempfindlichkeit.

Weitere Versuche unternahm er mit Alkohol, Äther und Monomer.

An Brücken und Verblendkronen, die auf diese Art hergestellt waren, konnte er keine Spaltbildungen, geschweige denn Verwerfungen des Kunststoffmaterials zwischen dem Gerüst und dem aufpolymerisierten Kunststoff feststellen, die Wasseraufnahmefähigkeit des Kunststoffes war stark verringert und etwaige Restmonomere im Kunststoff konnten beseitigt werden. Freitag glaubt, daß dadurch die Indikation des Kunststoffes wesentlich erweitert werden konnte.

### IX) Kosmetischer Effekt

Die mit Kunststoff zu erzielenden kosmetischen Effekte entsprechen nach Hofmann innerhalb der ersten 3 Jahre nach der Inkorporation recht hohen Anforderungen. Von diesem Zeitpunkt an beginnt durch die sich bemerkbar machende Ab-  
rasion eine Minderung der kosmetischen Wirkung, so daß nach dem 6. Jahr der Eingliederung das Aussehen des Kunststoffes unansehnlich wirkt. Reine Kunststoffkonstruktionen ohne Metallgerüst erfüllen die kosmetischen Anforderungen über einen längeren Zeitraum. So kann man für Mantelkronen bei einer Mindestdicke von 1 mm etwa 10 Jahre angeben. Dasselbe gilt auch für Konstruktionen im Seitenzahnbereich. Man muß sich nur fragen, ob diese erreichbaren Zeiträume groß genug sind, um die häufig komplizierten und daher auch kostspieligen Konstruktionen verantworten zu können. Diese Frage beantwortet Hofmann nicht ohne weiteres mit ja oder nein, sondern macht sie abhängig vom Zustand der Mundhöhle (konstitutionelle und dispositionelle Faktoren) und von den Erwartungen und Anforderungen des Patienten. Er kommt daher zu dem Schluß, daß der zur Zeit erreichbare Zeitraum, innerhalb welchem der Kunststoff den Anforderungen gerecht wird, noch zu gering ist. Dies soll jedoch keine Alternative zum Porzellan bedeuten. Der Kunststoff besitzt nämlich auch Eigenschaften, die Hofmann über die Eigenschaften des Porzellans stellt. Durch zweckentsprechende Konstruktionen der Gerüste - Fingerhutkronen, Mantelkronen mit Goldkappen oder bedingt abnehmbare Konstruktionen - soll die Möglichkeit einer Erneuerung der Kunststoffacetten geschaffen werden, ohne die Gesamtkonstruktion zu gefährden. Mit dieser Möglichkeit glaubt er den größten Nachteil des Kunststoffes, die zeitliche Begrenzung der Qualität, kompensieren zu können. Er konnte ferner feststellen, daß die lebenden Pulpen trotz der Substanzopfer durch die Präparation, die eine solche Konstruktion verlangt, keine irreversiblen, krankhaften Erscheinungen aufwiesen. Dies führt er weniger auf sachgemäßes Beschleifen als vielmehr auf die sorgfältige Versorgung des beschliffenen Zahnstumpfes zurück (Cervin, Reogan, Calxylmilch, Zelluloidkronen bzw. Kappen mit Zinkoxyd-Nelkenöl).

Strack meint, daß bei einigem Geschick sich mit Kunststoff kosmetische Effekte erzielen lassen, an die zuvor infolge der festgelegten Tiefentransparenz des Porzellans nicht zu denken war. Ähnliche Ansichten vertreten noch Lundquist, Gottfriedsen und Freitag. Erstere betonen, daß mit dem Kunststoff in der jetzigen Zusammensetzung die verwöhntesten Ansprüche in kosmetischer Hinsicht erfüllt werden können, während Freitag auf das günstige optische Verhalten, das beinartige Aussehen, die naturähnliche Transparenz und den Oberflächenglanz hinweist.

## F. KRITISCHE BEMERKUNGEN ZUR VERBLENDKRONE

Nach der Darstellung einzelner Systeme, sowie der Verblendmaterialien und einiger Versuche über ihre Eigenschaften und einer Untersuchung einzelner Systeme sollen nun noch einige kritische Bemerkungen über die Verblendkrone folgen. Sie findet vor allem Verwendung als Brückenanker am vitalen Pfeiler, aber auch bei devitalen Zähnen kann sie angewendet werden, wenn vorher ein entsprechender Stiftaufbau angefertigt wurde, dagegen wird sie als Einzelersatz relativ selten verwendet. Die Indikation der Verblendkrone wird aber von gewissen Voraussetzungen bestimmt, so z.B. von der Ausdehnung der Pulpenräume, denn es soll ja eine Devitalisation unter allen Umständen vermieden werden. So warnt auch Koller vor allzu starkem Beschleifen der Pfeilerzähne. Für ihn kommt eine Verblendkrone nur für Zähne mit verengtem Pulpenraum in Betracht, um eine Devitalisation zu vermeiden. Soll für einen Zahn mit großem Pulpenraum unbedingt eine Verblendkrone angefertigt werden, rät er zur Devitalisation, weil er die Wurzelbehandlung eines gesunden, vitalen Zahnes für aussichtsreicher hält, als die Wurzelbehandlung eines Zahnes, dessen Pulpa bereits gangränös ist. Hruska hält die Verblendkrone vor allem für Prämolaren bei kariesanfälligen Individuen für angezeigt, wendet sie aber nur dann an, wenn die Zähne nicht zu sehr gebaucht sind, da der Sitz der Facette zwangsläufig zu einem beträchtlichen Substanzopfer führt. Singer empfiehlt sie wegen des Fehlens der Transparenz der Schneidekante vor allem für Eckzähne und untere Prämolaren; im Unterkieferbereich schränkt er ihre Verwendung wegen der Sichtbarkeit der Metallkaufäche ein. Mathé dehnt die Indikation auf das Front- und Seitenzahngebiet einschließlich der Molaren aus. Er nennt die Fälle, bei denen im Frontbereich eine Teilkkrone oder ein Pinledge nicht mehr verwendbar ist und daher eine Verblendkrone angefertigt werden muß. Es handelt sich um folgende Fälle:

- 1.) Wenn der Zahn schon beschliffen war,
- 2.) wenn er um seine Achse stark rotiert ist,
- 3.) wenn er stark zu Karies neigt,
- 4.) wenn seine Form absolut ungünstig ist.

Er weist auch noch darauf hin, daß die Schneidezähne genügend groß sein sollen, so daß labial so viel Zahnschubstanz ohne Gefährdung der Pulpa abgetragen werden kann, wie die anzubringende Kunststoffmasse es erfordert. Für contraindiziert hält Mathé die Verblendkrone bei schlanken und grazilen Frontzähnen. Die Präparation des Stumpfes soll möglichst mit einer Teilstufe auf der labialen Fläche des Zahnes erfolgen, um genügend Platz für die Blende und das Metallgerüst zu schaffen, was auch von den meisten Autoren bejaht wird. Nur in den Fällen, in denen die großen Pulpenräume ein Anbringen der labialen Stufe nicht gestatten, ohne daß die Pulpa geschädigt würde, soll man auf diese Stufe verzichten.

Obwohl ziemlich viele Systeme veröffentlicht wurden, blieb doch der Grundgedanke immer derselbe, nämlich auf ein möglichst stabiles Metallgerüst eine Verblendung auf der bukkalen Fläche desselben anzubringen.

Als Verblendmaterial fand zuerst das Emaille Verwendung, doch der technischen Entwicklung entsprechend ist man schon bald auf das Porzellan und als der Kunststoff auf den Markt kam, auch auf diesen übergegangen. Diese beiden Materialien, Porzellan und Kunststoff, finden heute ausschließlich als Verblendmaterial Verwendung. Sehr verschieden ist jedoch die Art und Weise, wie die Blende am Gerüst befestigt wird. Es wird nämlich sowohl Kunststoff eingepreßt, als auch Porzellan auf das Metallgerüst aufgetragen. Ebenso oft werden auch fertige Porzellan- und Kunststoffzähne zu Schalen ausgeschliffen und dann in das Metallgerüst einzementiert oder auch fertige Kunststoffschalen einpolymerisiert. Neuerdings wurde auch ein Verfahren angegeben, das durch Einzementieren fertiger Kunststoff-Facetten mit Resinzement (einem Autopolymerisat) in das Metallgerüst denselben Erfolg erreichen will, wie es beim Einpolymerisieren fertiger Kunststoff-Facetten der Fall ist. Die Farbgebung ist durch die Verwendung fabrikfertiger Zähne bedeutend erleichtert, ebenso durch verschiedene Abdeckmittel, wie es z.B. im Opaker zur Verfügung steht.

Über die Forderungen, die man an eine Verblendkrone stellen muß, hat sich Voss, der die günstigen Erfahrungen mit der Vollkrone; z.B. deren optimale Haftung am Pfeiler nach van Thiel, auch für die Verblendkrone gelten läßt, eingehend geäußert. Er führt zuerst die Forderungen an, die Rank an eine Verblendkrone stellt:

1. Der Zahn muß ringsherum mit Metall geschützt sein, wie bei der Vollkrone. (Diese Forderung stellen auch Heintz und Rink).
2. Der Platz für die Facette muß durch Anlegen einer Schulter gewonnen werden.
3. Auch die Schulter muß mit Metall umfaßt werden.

Diesen 3 Punkten fügt Voss noch folgende hinzu:

4. Die Kaufläche oder Schneidekante muß so geformt und dimensioniert sein, daß der Metallkörper der Krone allein den Kaudruck aufnimmt.
5. Die Blende muß länger als ein Jahrzehnt Farbe und Form bewahren und den natürlichen Zähnen ähnlich sein.
6. Die durch die Angliederung der Brücke auftretenden Belastungsmomente muß der Metallkörper der Krone ganz aufnehmen und auf die Pfeiler übertragen.

Die Verblendkrone findet allgemein eine gute Beurteilung, vorausgesetzt, daß bei ihrer Herstellung die nötige Sorgfalt angewendet wird. Heintz stellt sie sogar, allerdings ohne Kantenschutz, in kosmetischer Hinsicht der Jacket-Krone gleich. Singer und Peukert stellen die Verblendkrone wegen ihrer kosmetischen und funktionellen Eigenschaften vor alle anderen Brückenanker, wobei ersterer auch auf den Kariesschutz hinweist, den eine Verblendkrone gewährt; ebenso verwenden Lundquist und Gottfriedsen als kosmetische Brückenanker nur Verblendkronen.

Hruska nennt noch als Vorteil, daß sich eine Hülsenkrone optimal adaptieren lasse und daß sie in dieser Hinsicht die sicherste Art des totalen perikoronaren Ankers als Bestandteil einer mehrgliedrigen Prothese sei. Er stimmt mit Heintz auch darin überein, daß die Verblendkrone nicht als tragender Teil ausgeführt werden dürfe. Ferner vertritt Heintz die Ansicht, daß die Verblendkrone andere kosmetische Brückenanker, wie die Fensterkrone oder die Teilkrone, wesentlich überholt hat. Langer glaubt ebenfalls, daß die Verblendkrone den statischen Grundsätzen und kosmetischen Belangen jederzeit gerecht werde, wenn sie den sichtbaren Anteil bei Wahrung des Ringcharakters der Krone mit zahnähnlichen Massen bedeckt. Er gibt jedoch zu, daß sie wegen der sichtbaren Metallränder in kosmetischer Hinsicht hinter den Mantelkronen einzureihen ist und besonders kurze Verblendkronen unförmig wirken. Er sieht ebenso wie Jesensky einen großen Vorteil in der Vitalerhaltung der Pulpa, während van Thiel darauf hinweist, daß die Verblendkrone schon Jahrzehnte lang bekannt sei und verwendet würde und in neuerer Zeit ihren Anwendungsbereich als Verankerungsmittel am vitalen Pfeiler erheblich erweitern konnte und dann gelegentlich als Einzellersatz Verwendung findet. Staegemann betont allerdings, daß viele Verblendkronen nicht in der Lage seien, alle an diese Kronenart zu stellenden Forderungen zu erfüllen, teils weil sie rein statisch den Beanspruchungen nicht gewachsen sind, teils weil Verfärbungen des als Verblendmaterial gebrauchten Kunststoffes nicht mit Sicherheit auszuschalten sind, oder weil sie zwar diesen beiden Forderungen gerecht werden, ihre Herstellung aber zu hohe Forderungen an die Geschicklichkeit stellt.

## G. FINGERHUTKRONEN

Es folgt noch eine Zusammenstellung über verschiedene Fingerhutkronenarten, da bei den praktischen Versuchen am Patienten auch eine der neueren Fingerhutkrontypen, nämlich die Dreiviertel-Fingerhutkrone von Schroeder Verwendung fand. Bei dem Fingerhutsystem findet sowohl Porzellan als auch Kunststoff als Verkleidungsmaterial Verwendung. Hauptsächlich wird die Fingerhutkrone als Brückenpfeiler verwendet.

Heintz gab bereits 1931 eine solche Konstruktion an. Er präparierte den Stumpf

wie für eine Jacketkrone, modellierte auf dem Modellstumpf einen Ring mit Blauwachs, der vorn ganz flach geformt ist und hinten einhalb bis Zweidrittel des Stumpfes umfaßt, dann gegossen wird und als Träger für eine Krone oder Brücke, mit der er verlötet wird, dient. Van der Klei bemängelt an dieser Krone, daß sie aus zwei einzelnen Teilen besteht und bei mangelhafter technischer Ausführung den Zahn nicht vor Sekundärkaries schützen könne. Nach seiner Ansicht kann die Brücke durch die Kaufunktion sinken und die Jacketkrone nicht mitgehen und dadurch kann der Stumpf verschmutzt werden. Bei einem ganzen Fingerhut, betont er, sei keine Verschmutzung möglich, da der Stumpf durch den Fingerhut vollkommen geschützt sei. Er bevorzugt daher eine Fingerhutkrone mit aufgebrannter Jacketkrone.

Faesch veröffentlichte 1938 eine Fingerhutkrone, bei der das Metallgerüst aus einem Platin-Iridiumdrahtnetz besteht. Auf dem Modellstumpf wird zuerst eine 0,02 mm starke Rein-Platinfolie anrotiert, um zu verhindern, daß beim Aufbrennen das Porzellan durch die Drahtnetzmaschen durchtritt, da sonst der Sitz der ganzen Krone gefährdet würde. Darüber wird nun das Drahtnetz aufgepaßt wie ein Kronenring und dann mit Platinlot, das einen Schmelzpunkt von 1500 ° C aufweist, verlötet. Es können allerdings nur einzelne punktförmige Stellen zusammengelötet werden, da es ein Netz und kein Blech ist. Der Autor hält allerdings das Punktschweißverfahren für leichter und exakter und außerdem wäre dadurch die Vereinigung der beiden Ringenden eine viel genauere; allerdings ist für dieses Verfahren ein Sauerstoffgebläse notwendig. Ferner betont der Autor, daß dieses Drahtnetz nur indirekt verarbeitet werden könne, da sich das Anpassen im Munde nicht durchführen ließe. Er berichtet, auch ohne Löten des Ringes Erfolge gehabt zu haben, wendet aber auch, der Einfachheit halber, fertige Drahtnetzkapppchen an. Ist der Ring fertig, wird er an der okklusalen Fläche und dann am Gingivalrand angepaßt, vorher aber wird das Netz durch Umbiegen der vertikalen Drähtchen gesichert, und dann im Stanzapparat genau angepaßt und über die Platinfolie geschoben. Anschließend wird das Gerüst mit Chloroform oder Äther abgewaschen und das Porzellan aufgetragen und zwar so, daß es in die Maschen eindringt. Die Platin-Folie wird nach dem Brennen nicht entfernt. Ist die Farbe mißglückt, muß eine neue Kappe angefertigt werden, da sich nach Ansicht des Verfassers das Porzellan nicht mehr vom Drahtnetz entfernen läßt. Als Vorteil nennt Faesch die gute Verankerung im Platingerüst.

Schwarz brachte 1946 eine Art Fingerhutkrone heraus, bei der Metall und Palapont Verwendung finden. Für Kronen im Unterkiefer wird ein gezogener Ring adaptiert und Wachs eingedrückt. Dann läßt man den Patienten zubeißen und modelliert evtl. die Kaufläche. Um eine Ablösung des Palaponts zu verhindern, wird nach dem Ausbrühen eine Einlage aus rostfreiem Stahlnetz zurechtgeschnitten, die der Form des Ringes entspricht und vor dem Stopfen eingelegt. Das Palapont preßt sich dann durch dieses Netz hindurch und dadurch sollen auch dünnere Palapontschichten an Stellen, wo die Widerstandsfähigkeit fraglich wird, an Festigkeit gewinnen. Im Oberkiefer schneidet Schwarz die Ringe bukkomesial, soweit Metall sichtbar würde, aus und biegt dann das Drahtnetz rechtwinklig ab. Bei diesem Vorgehen kann sich die Metallkante leicht abbiegen was der Autor dadurch zu ver-

hindern sucht, daß er die beim Ausschneiden des Ringes entstehenden Ecken umbiegt. Die Verwendung von Decklack begegnet bei Schwarz demselben Mißtrauen, wie der Wasserglasanstrich; kommt dieser nämlich ans Metall, dann ist es, so betont er, mit dem Palapontanschluß noch problematischer. Infolgedessen verzichtet er auf den Wasserglasanstrich ganz. Silberlegierungen verfärben sich seiner Ansicht nach im Munde doch manchmal so sehr, daß das Palapont bei der Transparenz des Materials notleiden muß. Er vergoldet deshalb die Metallteile. Vest gibt zwei Kronen dieses Types an. Bei der einen wird eine Platin-Iridiumkappe einem schulterlos präparierten Zahn angepaßt. In einem Abstand von 1 mm vom gingivalen Rand wird ein Platindraht von 0,8 bis 1,0 mm Stärke dem Ring, der dem Stumpf eng anliegt, also eine konische Form aufweist, aufgelötet und dann wird soviel Lot zwischen Draht und gingivalem Rand zum Ausfließen gebracht, daß eine Nachahmung des cervikalen Schmelzwulstes entsteht. Okklusalwärts wird der Draht zur horizontalen, rechtwinkligen Schulter umgeschliffen. Nun wird der Ring einprobiert und am okklusalen Rand ringsum mit V-förmigen Einschnitten versehen. Die dadurch entstehenden kleinen Metallzungen werden mit der Zange einwärts gebogen und der okklusalen Fläche des Kronenstumpfes aufgedrückt. Auf dem Modell werden diese Zungen 0,1 mm dünn geschliffen und darauf bleitotes Platinblech von 0,1 mm Stärke aufgedrückt, über die kleinen Metallzungen poliert und auf diesen von außen mit Platinlot (Schmelzpunkt 1400 Grad C.) festgelötet. Nun erfolgen Einprobe und Abdruck. Ist das Modell hergestellt, kann das Porzellan aufgebrannt werden. Diese Krone nennt Vest "armierte Porzellan-Hülsenkrone". Die andere Methode, die er als Fingerhutkrone bezeichnet, läßt drei Präparationsmöglichkeiten zu, entweder kann der Stumpf wie für eine Jacketkrone beschliffen werden, also mit einer zirkulären Schulter, die wenigstens labial 1 bis 1,5 mm unter dem Zahnfleisch liegt, oder kann die Schulterpräparation auf die labiale Fläche beschränkt bleiben, so daß der Porzellanmantel approximal und oral in einen Federrand ausläuft, was allerdings die Bruchgefahr vergrößern würde. Außerdem hält es Vest für schwierig aus keramischen Massen einen dünn auslaufenden Federrand herzustellen. Bei der dritten Möglichkeit verzichtet er ganz auf die Stufenpräparation und arbeitet lediglich eine Demarkationslinie heraus, während die Schulter von der Metallkappe dargestellt wird. Nun wird auf einem Stumpfmodell eine 0,2 mm starke Wachskappe modelliert. Der Guß erfolgt aus einer harten Legierung, die Schulter der Metallkappe soll wenigstens labial unter dem Zahnfleischrand liegen. An dieser Stelle wird die Kappe geschliffen, bis sie nur noch 0,1 mm stark ist. Schließlich wird die Jacketkrone angefertigt und aufzementiert.

Koller gibt ebenfalls zwei Systeme an, deren eines eine Porzellanmantelkrone mit proximaier Hülse darstellt. Der Zahn wird hierfür mit zirkulärer Schulter präpariert und ein Modell angefertigt. Darauf wird aus Platinfolie ein Hütchen zurechtgebogen und darauf die Krone gebrannt. Für die andere Art, die er eigentlich als Fingerhutkrone bezeichnet, gibt er zwei Präparationsmethoden an, eine mit und eine ohne Schulter. Die schulterlose Präparation ist für lebende, zarte

Zähne bestimmt, deren Pulpa durch das Ausschleifen der Schulter gefährdet würde. Auf dem Arbeitsmodell wird ein 0,2 mm dickes Hütchen aus Wachs modelliert und am Zahnhals zu einer 1,0 mm breiten Schulter verstärkt, die zungenseits 1,5 bis 2,0 mm gegen die Zahnschneide reicht und labialwärts dem Zahnfleischsaum folgt. An diese bandförmige Verbreiterung der Zungenseite sollen die Brückenzwischenlieder angelötet werden. Die Verbreiterung der Schulter gegen die Schneide schwächt nach Ansicht des Autors die Krone weniger als eine proximale Ausnehmung für eine keilförmige Verstärkung der Berührungsfläche. Die Schulter soll an der Zungenseite nicht allmählich in die niedrige Lippenseite übergehen, sondern mit einer ausgeprägten Stufe, damit keine schiefe Ebene entsteht, die die aufzementierte Porzellankrone zersprengen könnte.

Soll eine Fingerhutkrone mit Schulter hergestellt werden, muß diese breiter ausgeschliffen werden, als für eine Porzellanmantelkrone, daß die 0,3 mm dicke ringartige Verstärkung des Fingerhutes Platz hat. Der Fingerhut aus Wachs bekommt zungenseits einen 1,5 bis 2,0 mm hohen Wachswulst, der an den Proximalflächen mit einer ausgeprägten Stufe in die Lippenseite übergeht, um der Krone eine gewisse Stabilität zu verleihen. An diesen Wulst werden die Brückenzwischenlieder gelötet. Nach dem Guß des Hütchens wird die Krone gebrannt und aufzementiert. Koller gibt als Vorteil für die Krone mit schulterlos präpariertem Zahn das geringe Substanzopfer an und als Nachteil den verdickten Zahnhals und das sichtbare Metall, wenn sich das Zahnfleisch im Laufe der Jahre zurückzieht. Ein Vorteil der Krone für einen Zahn mit Schulter ist seiner Meinung nach die Tatsache, daß sie gingival nicht dicker ist als der natürliche Zahn und das Metall vom Zahnfleisch verdeckt wird. Als Nachteil nennt er das starke Beschleifen und die damit verbundene Gefährdung der Pulpa; daher soll diese Krone nur für massige Zähne benutzt werden.

Mathé weist darauf hin, daß die Fingerhutkrone zwar schon lange bekannt sei, aber erst seit der Verbesserung der technischen Ausführung häufiger angewendet würde. Er selbst geht bei der Herstellung einer Fingerhutkrone folgendermaßen vor: Prämolaren und Molaren werden ausnahmslos ohne Schulter, Frontzähne entweder mit zirkulärer oder mit labialer oder ebenfalls ohne Schulter präpariert. Im allgemeinen soll die Präparation ungefähr 0,5 mm unter die Gingiva reichen. Man soll auch mehr wegnehmen, als für eine Vollgußkrone, da der Kunststoff eine bestimmte Dicke haben soll, um erfolgreich angewendet werden zu können; denn er soll einerseits der mechanischen Beanspruchung Widerstand leisten, andererseits das Gold nicht durchscheinen lassen. Auf dem Arbeitsmodell modelliert Mathé eine Kappe aus 0,2 bis 0,3 mm starkem Plattenblauwachs so, daß ihre Ränder überall bis an die auf dem Modell sichtbaren Grenzen reichen. Bei Prämolaren und Molaren wird dann die Stufe aus einer 0,5 mm starken Wachsplatte derart hergestellt, daß man 1,5 bis 2,0 mm breite Streifen mit abgeschrägten Schliff-Flächen schneidet und ringsherum den Rändern entsprechend mit der Wachskappe mittels eines heißen Messers verbindet. Durch diese abgeschrägten Schliff-Flächen wird erreicht, daß die Schulter mit der Seitenwand der Kappe einen spitzen Winkel bildet, was

sich für die spätere Arbeit sehr vorteilhaft auswirken dürfte. Durch diese Schulter soll auch die Kappe in ihren Rändern noch verstärkt werden. Diese Ränder werden nach dem Guß verjüngt, während auf der Kaufläche nach Anfertigung der Schulter Stiftchen eingesetzt werden - auf den Prämolaren zwei, auf den Molaren drei - die aus Wachsstäbchen so geformt sind, daß ihr Durchmesser gegen die Kaufläche zu größer wird, um für das Acrylat eine gute Retention zu ergeben. Im Frontbereich verwendet sie Mathé nur als Anker. Er fertigt zuerst wieder die Kappe an und verstärkt sie auf der lingualen und approximalen Seite gingival mit Wachs, so daß er hierdurch einerseits die Möglichkeit erhält, sie nach dem Guß mit dem Brückenkörper zu verlöten, andererseits - besonders bei tiefem Biß - den Kunststoff vor dem Abkauen zu schützen. Durch diesen Aufbau entsteht gleichzeitig eine linguale und approximale Schulter. Ist der Zahn bukkal mit Schulter präpariert, wird die Kappe auch bukkal mit Schulter angefertigt. Bei Frontzahnkappen führt Mathé, wenn der Biß es erfordert, in der Mitte der lingualen Seite ein Goldstäbchen durch, was auch Singer befürwortet, um auf diese Weise spätere Abreibungen des Kunststoffes zu verringern und die Bißhöhe zu erhalten. Diese modellierte Wachskappe wird nun in einer mittelharten Goldlegierung gegossen. Mathé ist gegen eine Durchlöcherung oder Garfensterung der labialen Metallwand, da seiner Ansicht nach bei der geringsten Durchlöcherung Mundflüssigkeit zwischen Acrylat und Goldlegierung eindringen, durch Auflösung des Zementes die Loslösung der Krone verursachen und evtl. kariösen Zerfall des Zahnes nach sich ziehen kann. Beim Ausarbeiten soll an der Kappe möglichst wenig geschliffen werden; sie soll sogar eine gewisse Rauheit aufweisen und dadurch dem Kunststoff, der nach einer Einprobe im Munde des Patienten aufgepreßt wird, eine bessere Retention ermöglichen. Als Vorteile nennt Mathé die gute kosmetische Wirkung und das geringe Substanzopfer. Die Indikation dehnt er jedoch wegen der nicht gerade leichten Herstellung der Krone nicht zu stark aus. Er stimmt mit Koller darin überein, daß an einer Fingerhutkrone auch ein Geschiebe angebracht werden könnte.

Kovaleski gibt folgendes Verfahren für seine Fingerhutkrone am schulterlos präparierten Stumpf an, die er vor allem für untere Schneidezähne empfiehlt. Die Schulter stellt er also aus Gold her, zwar nicht vollständig unter dem Zahnfleisch, aber er hält dies bei unteren Schneidezähnen nicht für so wichtig. Er fertigt sich ein Amalgammodell mit "falscher Schulter" an, auf dem Platinfolie angeformt wird. Auch an die Schulter wird ein Streifen Platinfolie gelegt und 3 mm oberhalb und 1 mm unterhalb dieser durch Falz verbunden. Nun wird Gußwachs auf die Schulter aufgetragen und so dick gemacht, wie die Konstruktion der Jacketkrone es erfordert. Nach dem Anbringen der Gußstifte werden Platinfolie und Wachs gemeinsam abgehoben, eingebettet und gegossen; nach dem Guß wird die Goldschulter mit der Amalgamschulter eingeebnet und der Gold- und Platinüberschuß unterhalb der Schulter entfernt. Auf dem Modell mit der Goldschulter wird nun die Jacketkrone aus Porzellan hergestellt.

Einer Anregung Hovestads folgend hat Loos eine Modifikation für einen

Frontzahnanker angegeben, die sich in der Praxis recht gut bewährt haben soll. Der Anker besteht aus einer dem vitalen Pfeiler aufsitzenden Metallkappe, die durch approximale Metallscheiben mit dem Brückenkörper verlötet wird. Über diese Metallkappe wird eine gebrannte Porzellankrone nach Fertigstellung der ganzen Brücke aufzementiert.

Ein weitgehendes Zugeständnis an die Kosmetik macht Schroeder mit seiner Dreiviertel-Fingerhutkrone. Diese Konstruktion läßt die labiale Fläche frei von Metall. Der Stumpf wird mit einer labialen Stufe präpariert, der Übergang von der labialen in die approximale Fläche wird jedoch etwas kantiger gestaltet als es sonst üblich ist. Labial braucht nicht mehr Substanz geopfert zu werden, als wie für eine Mantelkrone. Der Dreiviertel-Fingerhut wird so modelliert, daß sich die präparierte Stufe in ihm fortsetzt. Die labiale Stufe, die sich im Interdentalraum verliert, wird also im Anker ergänzt. Sie erfährt eine schulterartige Erhöhung dort, wo eine Verlotung mit einem Brückenzwischenlied erfolgen soll. Unterhalb der Metallstufe läuft das Hütchen genau so aus, wie andere gegossene Kronen. Der Fingerhut streift nur ganz **knapp** auf die labiale Fläche über, gerade soviel, um Halt und Sitz auf dem Stumpf zu gewährleisten. Das Hütchen soll so dünnwandig wie möglich gestaltet werden, damit nicht zu viel beschliffen werden muß. Die Verstärkung durch die Metallstufe schließt nach Meinung Schroeders die Gefahr einer Aufspreizung aus. Zum Guß sollen harte Goldlegierungen verwendet werden, um ein äußerst elegantes und gleichzeitig sehr widerstandsfähiges Hütchen zu erhalten. Nach dem Ausarbeiten des Hütchens wird die Mantelkrone entweder aus Porzellan oder Kunststoff angefertigt. Ist letzteres der Fall, wird die in Wachs modellierte Krone innen und außen, bis auf die Stufe, mit Zinnfolie abgedeckt, abgehoben, mit Zement ausgegossen und eingebettet. Die Polymerisation erfolgt auf die gleiche Weise wie sie bei der Verblendkrone von Schroeder geschildert ist. Durch diese Einbettungsmethode soll eine gute Paßform erreicht werden, da der Kunststoff nach Ansicht des Autors besonders gut auf der Zementstufe haftet und sich die Schrumpfung jedenfalls nicht dort abspielt, wo es auf einen genauen Sitz ankommt. Er empfiehlt ferner die Kunststoffmantelkronen nicht auf die Metallhütchen aufzupolymerisieren, sondern aufzuzementieren, um eine Verfärbung möglichst wenig in Erscheinung treten zu lassen. Als Vorteile empfindet Schroeder einmal die einfache Präparation, weil er auf die Stufe dort verzichtet, wo sie schwierig anzubringen ist, nämlich interdental und palatinal, weiterhin die Tatsache, daß die später aufzusetzende Jacketkrone labial auf der natürlichen Stufe sitzt, so daß kein Gold sichtbar wird, wenn sich später das Zahnfleisch zurückzieht. Schließlich weist er noch darauf hin, daß kein Metall durchschimmern könne, da ja labial keines vorhanden sei, so daß sie den ästhetischen Anforderungen genüge. Er erwähnt auch noch den Schutz, den das Kappchen vor Sekundärkaries gewährt, beschränkt aber die Indikation auf genügend lange Zähne mit relativ kleinen Pulpenräumen.

Tanzer bevorzugt eine bandartige Sicherung für Oberkieferkronen unterhalb der labialen Stufe, nicht aber im incisalen Drittel. Bei ungünstigen Bißverhältnissen

und für Unterkieferzähne empfiehlt er eine Fingerhutkappe, die den ganzen Stumpf bedeckt. In beiden Fällen werden die Metallteile gegossen. Die Kronen im Oberkiefer sind nach seiner Ansicht durch die zusätzliche Retention an der labialen Schulter gegen Druck und Abscherung gesichert und ein evtl. nicht zu vermeidendes Sichtbarwerden des Metalles ist leichter zu verdecken, als an der Schneide. Als Verkleidung schleift T an z e r Diacryl-Zähne schalenartig aus, schrägt sie an den Kanten ab und befestigt sie mit warmpolymerisierendem Kunststoff, da die Autopolymerisate seiner Meinung nach früher oder später zu Farbveränderungen führen.

Strack verwendet eine Dreiviertel-Fingerhutkrone mit einem Metallgerüst, das im cervikalen Bereich auch an der facialen Seite die völlige Umfassung des Stumpfes mit Metall herstellt. Er läßt praktisch nur ein faciales Fenster frei.

## II. TEIL

Der Beschreibung der eigenen Versuche am Phantom soll noch eine Literaturangabe vorausgehen, die sich unmittelbar auf diese Versuche bezieht.

### A. METALLGERÜST

Nach Langer kommt gerade bei der Verwendung von Kunststoff die Überlegenheit der Gußkrone überzeugend zur Geltung, da gelötete und gezogene Kronen sich beim Kauakt leicht verändern. Er glaubt aber nicht, daß nur die Spannungsänderung den Kunststoff vom Metall ablöst, sondern vertritt die Ansicht, daß der Kunststoff in fast allen Fällen nicht fugenlos dem Stumpf anliegt. Auch Rank ist mehr zur Gußmethode übergegangen und verwendet Blechmaterial nur soweit wie es sich darum handelt, ein gutes statisches Moment zu erreichen. Ferner betont er, daß das Metall die Funktion und Hygiene übernehmen muß, es hat also für den richtigen Abschluß am Zahne zu sorgen, um ihn gut zu schützen und muß auch kräftig ausgeführt sein, um dem Kauakt stand zu halten. Das Metallgerüst muß auch der Facette ausreichenden Halt gewähren, da diese selbst keinen Schutz übernehmen kann. Für die Gußkrone setzen sich ferner noch Mathé, Schroeder, Kowaleski, Kirsten, Lundquist und Gottfriedsen ein, wobei Schroeder die Vollgußkrone in Bezug auf Retention und Schutz vor Sekundärkaries über alle anderen Verankerungsmaterialien stellt, während Kirsten

feststellen konnte, daß Bandringe (z.B. für Blenkronen und Richmondkronen) häufig die Ursache von mehr oder weniger starken entzündlichen Zuständen im perimarginalen Gewebe waren. Der Grund bestand oft darin, daß der Ring entweder zu weit unter das Zahnfleisch geschoben wurde oder dem Zahnstumpf am Abschlußrand nicht exakt anlag. Mit dem gegossenen Ring hält er die Möglichkeit einer besseren Anpassung und einer größeren Stabilität für gegeben (bei Anwendung der indirekten Methode), er empfiehlt auch die Ortonkrone.

Im Gegensatz zu Kirsten bemerkt Vollmar, daß ein gut adaptierter Ring aus Gold oder Platin zu keinen Reizungen führe. Van Thiel bemerkt zu diesem Thema, daß in der jetzigen Verblendkronentechnik sowohl die Guß- als auch die Bandkrone Verwendung finde. Um ein kosmetisch ungünstiges Durchscheinen der Metallunterlage zu verhindern, empfehlen neben verschiedenen anderen Autoren Schroeder, Mathé, und Kowaleski eine Nachvergoldung der gegossenen Kronen, um durch die dadurch erreichte gelbe Goldfarbe eine Angleichung an die vorwiegend gelben Zahnfarben zu erreichen. Freivogel weist noch darauf hin, daß Goldkaufflächen nach einiger Zeit deutliche Flächen von Abnützung zeigen und daß man bei der Einprobe im Mund oft vor der Unmöglichkeit stehe, kleinste, notwendige Veränderungen vorzunehmen, da man nur wenig Gold wegschleifen und keines hinzufügen könne. Schmidt verlangt, daß durch werkstoffgerechte Verarbeitung die Entstehung von inhomogenen Metallgefügen vermieden und nur eine Legierung im Munde verwendet werden soll, da ein inhomogener Guß oder eine inhomogene Lotnaht und die Wirkung des Speichels als Elektrolyt bestimmte Erscheinungen (z.B. ständige Abgabe von Metallionen auf den Kunststoff) auslösen können, ohne daß am Metall selbst irgendwelche Verfärbungen oder Korrosionserscheinungen feststellbar sind. Er macht die ständige Abgabe von Metallionen allerdings nicht unbedingt vom Vorhandensein verschiedener Legierungen im Munde, zwischen denen vielleicht eine Potentialdifferenz besteht, abhängig, sondern hält auch beim Vorhandensein nur einer Legierung (Edelmetalllegierung) im Munde eine Abgabe von Metallionen für möglich.

Die Modellierung des Metallgerüsts, die bisher nur aus Gußwachs erfolgte, hat durch das Erscheinen von restlos ausbrennbaren Kunststoffen (Palavit G und Dura Lay) wohl eine Änderung erfahren. Mit der Modellierung von Gußobjekten aus Palavit G haben sich vor allem Flaschentreher und Ochmann befaßt. Ersterer weist aber auch darauf hin, daß dieses Verfahren etwas mehr Zeit erfordert, da erst die Erhärtung des Kunststoffes abgewartet werden und die Modellierung mit Hilfe von Bohrern und feinen Schleifsteinen erfolgen muß. Den großen Vorteil sieht er darin, daß sich das modellierte Gußobjekt nicht mehr verziehen kann, wie es häufig beim Wachs vorkommt und daß man auch größere Objekte im Einstückgußverfahren herstellen kann. Ferner hebt er die Eigenschaft hervor, daß Palavit G, das eine blaue Farbe aufweist, rückstandslos verbrennt. Flaschentreher hat schon 1956 Brückenzwischenglieder in Palavit G modelliert, wobei er die Pinstechnik anwandte, die darin besteht, daß man mit feinen Pinseln dünnflüssigen Kunststoff aufträgt und das Gerüst in mehreren Schichten aufbaut. Nach

der Erhärtung wird der Kunststoff mit Bohrem und Steinchen exakt ausgearbeitet. Der Autor isolierte mit Zinnfolie, die mit Uhu angeklebt wurde. Er empfiehlt ferner, etwas dickere Gußstifte als sonst anzuwenden. Die Einbettung soll aus Durotherm H und der Guß in der üblichen Weise erfolgen.

Hupf auf verwendet ebenfalls den schnellhärtenden Kunststoff Palavit G zur Modellierung von Gußobjekten. Als optimale Temperatur zum Ausbrennen nennt er 300 Grad C über 30 Minuten. Diese Temperatur genügt zur Verbrennung, ohne daß aufquellendes Metacrylat die Einbettmassenform zu beschädigen droht. Nach 30 Minuten ist der schnellhärtende Kunststoff vollkommen verbrannt und die Temperatur kann auf die gewünschte Gußtemperatur erhöht werden.

Ochmann, der ebenfalls zur Modellierung mit Palavit G übergegangen ist, weist auf die Verbrennungsrückstände des Gußwachses hin - nach Falck sind es etwa 0,2 bis 0,3 % - ferner auf die inneren Spannungen nach Wärmeverformung, besonders beim Direktverfahren und auf die Formveränderung der Wachsmodele bei Zimmertemperatur in relativ kurzer Zeit. Er gibt folgende Methoden gegen diese Spannungen an:

1. Ein Wasserbad von 40 Grad C als Ausgleich der thermalen Schrumpfungen durch Wachsexpansion; dadurch sollen auch die inneren Spannungen gering gehalten werden.
2. Bei 2 Grad C aufbewahren.
3. Für die beste Methode hält er aber das sofortige Einbetten der Wachsmodele.

Seine ersten Versuche einer Modellierung des Gußobjektes aus Kunststoff führte er mit rosafarbenem Palavit durch. Die auf diese Weise von ihm modellierten Halbkronen paßten auf dem Modell und im Munde sehr genau. Nachdem er festgestellt hatte, daß Palavit rosa auf dem Wachsmesser rückstandslos verbrennt, stellte er alle Gußarbeiten zuerst aus rosa und dann aus klarem Palavit her, da sich dieses als exakter als Palavit rosa erwies. Am Anfang bereitete ihm allerdings das Abschätzen der Dicke einige Schwierigkeiten. Diesen Mangel glaubt er durch das Palavit G behoben, das in ausgehärtetem Zustand kaum vom Blauwachs zu unterscheiden ist und auch dieselbe Transparenz wie dieses aufweist. Die Verbrennungsrückstände betragen nach Angaben des Herstellers bei Palavit G und Palavit klar nur 0,049 %, bei Palavit rosa 0,14 %.

Bei vitalen Zähnen hält Ochmann einen Pulpenschutz (z.B. aus Phosphat) für notwendig. Bei approximalen Kavitäten (wenn man zum Beispiel ein Inlay modellieren will), ist das Palavit G, wenn es dickflüssig ist, mit Hilfe einer Matrize gut zu verarbeiten, da es nicht so stark verläuft aber doch plastisch genug ist, um die Konturen exakt wiederzugeben. Bei Oberkieferkavitäten kann das dickflüssige Material mit einem mit Monomer befeuchteten Wattebäuschchen an die Kavitätenwände gedrückt werden. Er empfiehlt sogar, die Kavitäten zu überfüllen und den Patienten Mahlbewegungen machen zu lassen. Sobald jedoch der gummiartige Zustand des Palavit G erreicht ist, ist keine Korrektur mit dem

Spatel mehr möglich, da das Palavit G sich sonst von den Kavitätenwänden ablöst. Nach der Aushärtung soll es mit der Sonde entfernt werden. Als Isolierung verwendet er Vaseline oder Öl. Das Modell kann einprobiert, eingeschliffen und mit Palavit G oder Wachs korrigiert werden, es treten weder Verziehungen noch innere Spannungen auf. Ochmann hat versuchsweise ein Gußmodell aus Palavit G 14 Tage bei Zimmertemperatur aufbewahrt und dann eingebettet, wobei keine Verzerrung festzustellen war. Er nennt ferner die vereinfachte Herstellung von Ringdeckelkronen durch Palavit G, die dadurch im Munde direkt hergestellt werden können, was mit Wachs viele Schwierigkeiten bereiten würde. Er läßt den Patienten Mahlbewegungen machen, entfernt nach der Erhärtung den Überschuß, zieht die Fissuren mit Bohrern nach, schleift sie nach mehrmaliger Einprobe ein und poliert sie vor der Einbettung (Kern- oder Vakuumereinbettung) mit einem Filzkegel. Nach der Entfernung der Gußkegel hält er ein Nacharbeiten mit Steinchen für unnötig. Er bezeichnet auch die Verwendung von Palavit G im Labor als sehr vorteilhaft, da durch diese Methode auch eine Einprobe von modellierten Brücken möglich ist. Bei Kunststoffzähnen empfiehlt er eine Wachsschicht als Isolierung, während er bei Porzellanzähnen Öl oder Vaseline als ausreichend erachtet. Er hält sogar wegen der Elastizität die Herstellung von Gußklammern aus Palavit G für möglich und zwar soll diese auf dem Originalmodell erfolgen, das zur Isolierung eingefettet ist. Das Vorwärmen soll langsam erfolgen, um ein Aufblähen des Palavit G zu verhindern und dadurch unscharfe Konturen zu vermeiden. Die Depolymerisation, das heißt der Zerfall der Monomermoleküle beginnt nach Ochmann bei 200 Grad. Bei weiterer Erhitzung werden dieselben in den gasförmigen Zustand übergeführt. Diese gasförmigen Moleküle brennen unter Aufblähung der Masse, wodurch ähnlich wie beim Wachs ein (allerdings geringerer) Teil des Materials aus den Kanälen austritt und außerhalb der Muffel verbrennt. Der im Gußhohlraum verbleibende Teil brennt mit spitzer Flamme durch die Gußkanäle aus. Die Einbettmasse soll bis zur Rotglut der Kanäle erhitzt werden. Weiterhin stellte der Verfasser fest, daß das Palavit G rückstandslos verbrennt, gleichgültig, ob der Guß eine Stunde (Einbettmasse wasserhaltig) oder 24 Std. nach der Einbettung (Einbettmasse trocken) erfolgte. Außerdem machte er noch folgende Versuche: Er bettete Würfel von 6 mm Kantenlänge, aus Wachs und Palavit G modelliert, in Durotherm ein. Je 2 Würfel, aus Wachs und Palavit G, wurden eine Stunde nach der Einbettung, je 2 Würfel, aus Wachs und Palavit G, 24 Stunden nach der Einbettung ausgebrannt. Nach dem Erkalten wurden die Einbettungsblöcke in toto aus den Muffeln entfernt und längsteilt.

Ergebnisse: Alle Gußräume aus Palavit G wiesen glatte, blanke Flächen auf. Es waren weder Sprünge festzustellen, da langsam vorgewärmt wurde, noch Rückstände makroskopisch sichtbar. Das "P" auf der Fläche war gut wiedergegeben.

Die Wachshohlräume hatten ebenfalls scharfe Kanten, das "W" war genau wiedergegeben, jedoch waren in allen Fällen dunkelbraune Verbrennungsrückstände, die glattflächig den Würfelflächen aufgelagert waren, festzustellen. Die Rückstände waren bei dem nach 24 Stunden ausgebrannten Modellen erheblich größer als bei den nach 1 Stunde ausgebrannten. In allen Fällen war flüssiges Wachs von der Ein-

bettmasse aufgesaugt worden und bildete einen dunklen Hof von 1,5 cm Durchmesser um den Hohlraum. Dieser Hof war bei stark eingetrockneter Einbettmasse intensiver als bei wasserhaltiger Einbettmasse.

Westphal verwendet zur Modellierung von Gußobjekten und auch zur Abdrucknahme ebenfalls einen selbsthärtenden Kunststoff und zwar das "Dura Lay". Als Verarbeitungsmethode gibt er entweder das Anrühren von gleichen Teilen Pulver und Flüssigkeit an, oder die Pinselmethode, zu der man 2 Dappengläser von denen eines mit Pulver, das andere mit Flüssigkeit gefüllt ist, benötigt. Der Pinsel wird zuerst in die Flüssigkeit und dann in das Pulver getaucht, wobei sich das Pulver sofort mit der Flüssigkeit vermischt. Wird der angefeuchtete Pinsel zu lange in das Pulver getaucht, so nimmt dieses die ganze Flüssigkeit auf und verhärtet sehr schnell in dem Schälchen. Zur Isolierung verwendet er das von der Firma mitgelieferte Fett von ziemlich fester Konsistenz, das auch zum Schutze der Pulpa bei direkter Modellierung an vitalen Zähnen gedacht ist. Das fertige Modell aus Dura Lay soll nicht mit Alkohol oder Chloroform entfettet werden, sondern mit einer wässrigen Lösung von Pril. Westphal hat aus Dura Lay schon Weißenflußschienen direkt modelliert und gegossen. Bei Brücken fixiert und verbindet er einzelne Teile im Mund und ergänzt fehlende Teile mit Dura Lay. Ferner kontrolliert er den Sitz größerer Brücken im Mund, bevor diese vollendet werden. Genau wie Ochmann modelliert er auch Gußkronen und Kronendeckel im Munde, allerdings nur in besonderen Fällen, z.B. bei Bißerhöhung, oder bei Überkronung von Klammerzähnen, wenn schon Prothesen vorhanden sind, insbesondere bei Auflageklammern, Neyklammern usw.

Beim Kupferingabdruck für Jacketkronen oder für den indirekten Abdruck bei gebrannten Porzellanfüllungen, wenn die Kavität nur auf einer Fläche des Zahnes liegt, verwendet er anstatt Kerr das Dura Lay. Auch wenn einige Glieder einer Parodontoseschiene nicht mehr ganz den Zähnen anliegen, hält er diesen Werkstoff für das beste Material um die Schiene wieder voll funktionsfähig zu machen; er hält es auch bestens geeignet für die Modellherstellung auf Grund seiner Fließfähigkeit und Kantenschärfe. Er stellt es hinsichtlich Genauigkeit, Formtreue und Härte über die klassischen Abdruckmittel und hält den direkten Abdruck wieder für die Methode der Wahl, empfiehlt es aber auch, in gewissen Fällen für indirekte Abdrücke und überdies für eine ganze Reihe von Situationen der zahnärztlichen Prothetik, die bisher nur mit komplizierten Methoden zu meistern waren. Die Erprobung dieses neuen Materials hält er für einen großen Fortschritt und eine spürbare Erleichterung der zahnärztlichen Arbeitsmethoden.

Auch Schroeder hat sich bei der Herstellung von Verblendkronen dem Dura Lay zugewandt. Er modelliert das Käppchen, das auch zur genauen Abdrucknahme dienen soll aus diesem Werkstoff, modelliert dann allerdings die Rückenplatte aus Wachs.

Conod hat, seit er das Dura Lay kennt, jede andere direkte oder indirekte Methode verlassen. Er wendet die Pinselmethode an, betont die vollständige Verbrennung und außerdem die Tatsache, daß es sich, auf den Zahn aufgetragen, wunderbar anschmiegt und nicht, wie das heiße Wachs, Schmerzen verursacht

oder sich verzieht, und daß es nach der Erhärtung sehr hart und elastisch, ja fast unzerbrechlich ist. Es soll zum Gießen länger vorgewärmt werden als Wachs, um richtig ausbrennen zu können. Das Isolierfett soll gleichmäßig aufgetragen werden, da das Dura Lay auf trockener Unterlage mit unheimlicher Kraft haftet. Die zu dünnen Stellen sind durch die Transparenz gut zu erkennen und dort kann noch Dura Lay aufgetragen werden. Conod führt solche nachträglichen Auftragungen auch in Blauwachs aus, um es wieder entfernen zu können, wenn es etwa über unerwünschte Stellen ausgelaufen sein sollte. Er modelliert ebenfalls wie Westphal auch Schienen aus Dura Lay.

Auch Drum hat sich diese Modellierungsmethode wegen der wesentlichen Erleichterung zu eigen gemacht. Er tat dies vor allem auf Grund der Härte, ferner der Unzerbrechlichkeit und der Tatsache, daß es, wenn das Modell mit der Pinseltechnik hergestellt worden ist, nicht schrumpft. Er weist auch auf die Nachteile des Gußwachsmodells hin, dessen Ränder z.B. bei Facettenkronen leicht brechen und deren Form sich beim Abheben durch innere Spannungen verziehen kann. Ferner erfordert seiner Meinung nach das Hinzufügen von Wachs eine besondere Geschicklichkeit, vor allem beim Modellieren im Munde. Die letzten Korrekturen, z.B. Herstellung des Kontaktpunktes, führt er genau wie Conod, auch mit Wachs durch. Er verwendet auch gelegentlich Matrizen und rührt es auch in einigen Fällen wie Zement auf einer Glasplatte an und schützt Kunststoffzähne vor der Berührung mit Dura Lay durch dazwischenlegen einer Folie.

Geiger sieht ebenfalls in den schnell härtenden Kunststoffen einen großen Vorteil für die Gußtechnik; als Vorteile stellt er die Möglichkeit der mehrfachen Einprobe und die große Präzision feingliedriger Teile heraus. Er räumt jedoch ein, daß in vielen Fällen mit Gußwachs am einfachsten und rationellsten gearbeitet werden könne und wendet sich gelegentlich der Möglichkeit einer Kombination beider Stoffe in ein und demselben Arbeitsgang zu. Die Anwendung von selbsthärtendem Kunststoff für Gußobjekte hält er auf folgenden Gebieten für besonders günstig:

1. Stiftzähne (Richmondkronen im Einstückguß).
2. Brückenzwischenglieder.
3. Verblendkronen, Vollgußkronen, Teleskopkronen, Halbkronen.
4. Kleinere fortlaufende Klammern und Schienen (ohne Modellguß).
5. Gußklammern (ohne Modellguß).
6. Einstückgußbrücken (vergleiche 2 und 3).
7. Präzisionsteile in der Geschiebetechnik.
8. Inlays, direkt oder indirekt.

Als Isolierung verwendet er Vaseline oder dickflüssiges Öl. Die Gußstifte brennt er auf oder wächst er ein. Die beste Sicherung gegen eine Schädigung der Gußform will er dadurch erreichen, daß er den Temperaturbereich, in dem der Kunststoff quillt und sein Volumen vergrößert (bei 300 Grad C) langsam durchschreiten läßt und außerdem starke Gußkanäle anbringt. Bei einer Kombination

von Wachs und Kunststoff schenkt er diesem Problem weniger Augenmerk, da sich das Wachs schon bei niedrigeren Temperaturen verflüssigt, so daß dem Kunststoff dann genügend Platz zur Ausdehnung verbleibt.

Staegemann hat ebenfalls schon Versuche mit schnellhärtendem Kunststoff unternommen und gute Ergebnisse erzielt. Er verwendet ihn für Stumpfaufbauten, Zwischengüsse für Porzellankronen, Vollkronen, Stiftinlays, Rückenplatten für Langstiftzähne, Steelefacetten, Zwischenglieder und Ringdeckelkappen (in Verbindung mit Cadmiumringen). Er erachtet es als vorteilhaft, daß die Einbettmasse in dicker Konsistenz blasenfrei eingerüttelt werden kann, ohne daß eine Verletzung der sehr empfindlichen Gußobjekte eintritt, was eine hohe Festigkeit und günstige Expansionswerte der Einbettmasse zur Folge hatte; ferner nennt er noch die rückstandslose Verbrennung des Kunststoffes und die wesentlich bessere Bruch- und Biegefestigkeit bei normaler Temperatur gegenüber allen bisher verwendeten Gußwachsen.

Stahl wendet die Kombinationsmethode an, er modelliert damit Verblendkronen, Vollkronen, Teilkronen, Fingerhutkronen, Zwischenglieder, Inlays, Ringstiftkronen, Gußklammern usw. Der Kunststoff dient hier entweder als Gerüst, auf dem mit Wachs weitermodelliert wird, oder weitgehend als Form. Stahl weist noch auf die Möglichkeit des Einstückgußes, der Einprobe und auf die Nachteile der Wachsmethode hin, z.B., auf die inneren Spannungen, die leichte Verformbarkeit und das häufige Fehlen eines exakten Randschlusses.

## B. ISOLIERUNG

Um eine bestmögliche Isolierung des Polymerisates von der Gipshohlform zu erreichen, wurden schon viele Versuche unternommen, die fast alle das gleiche Ergebnis erreichten, nämlich daß die Zinnfolie von keinem anderen Isoliermaterial erreicht wird. Schroeder polymerisierte versuchsweise zwei Plättchen aus farblosem Metacrylat, von denen er eines mit Zinnfolie, das andere dagegen nicht isolierte. Das isolierte Plättchen war nach der Polymerisation glasklar und homogen, das nicht isolierte dagegen trübe. Ebenso wie Schroeder verwenden Jesensky und Schmidt die Zinnfolie als Isoliermittel, um einen Austritt von Kristallwasser zu verhindern und eine glatte und homogene Oberfläche zu erreichen. Schroeder und Mathé rotieren bei der Herstellung von Kunststoffmantelkronen sogar Zinnfolien von 0,2 bis 0,3 mm Stärke auf den Modellstumpf und zwar so, daß die Zinnfolie dabei noch 2 mm über die Schulter ragt. Dann wird die Wachskrone fertig modelliert, samt der Zinnfolie vorsichtig vom Modell abgenommen und mit Hartgips ausgefüllt. Anschließend wird auch die äußere Fläche des Wachsmodelles mit Zinnfolie umgeben, um zu erreichen, daß der Kunststoff zwischen zwei Metallen gepreßt wird. Als Isoliermittel der übrigen Gipsform verwendet Mathé Wasserglas, das er aufträgt wenn das Modell noch heiß ist. Schroeder verwendet beim Polymerisieren von Verblendkronen ne-

ben der Zinnfolie auch manchmal Zellophan.

Janke versuchte mit Hilfe der Gasaustreibung im Paraffinölbad die Menge des aufgenommenen Wassers zu bestimmen. Er stellte mittels flacher Wachsstäbchen (5 x 1 x 0,2 cm) je 4 Hohlformen in 4 gleichartigen Küvetten her. Je eine Hohlform einer Küvette wurde mit Zinnfolie, Kisol, Biopren und einer Perlonlösung isoliert. Dann wurden alle 16 Hohlformen mit demselben Kunststoffteig (Mischverhältnis 3 zu 1) beschickt. Außerdem kam derselbe Teig in eine mit Bleidichtung versehene, verschraubbare Metallform. Jede der 4 Küvetten wurde einem anderen Polymerisationsverfahren unterworfen:

1. Kurzzeit: 30 Minuten anheizen, 35 Minuten kochen ohne nachzupressen.
2. Mittelzeit: 60 Minuten bei 70 Grad C, 30 Minuten bei 100 Grad C ohne nachzupressen.
3. Mittelzeit: 60 Minuten bei 70 Grad C, 30 Minuten bei 100 Grad C mit nachpressen.
4. Langzeit: 12 Stunden bei 40 bis 50 Grad C, 2 Stunden bei 100 bis 120 Grad C ohne nachzupressen (Heißluft).

Dieselben Versuche wurden einmal mit einer frischen und einmal mit einer gut ausgetrockneten Gipsform durchgeführt. Bis auf die Isolierung waren also alle Bedingungen gleich, so daß eventuelle Unterschiede in der Menge der bei 170 Grad C gasförmig entreibbaren Substanzen zu Lasten des Isoliermittels gehen mußten.

Der Kunststoff wurde unter Vermeidung einer Wärmebildung ausgearbeitet und etwa in 10 Teile zerbrochen. Diese Teile wurden gewogen. Das Gewicht derselben schwankte um 100 Milligramm. Zur Bestimmung der Gasmenge wurden die Proben in ein Paraffinölbad von 170 Grad C gebracht, um die entweichende Gasmenge zu messen. Zum Vergleich wurden auch der unpolymersierte Brei und das Plexiglas, ein Blockpolymerisat der Firma Röhm und Haas, das bekanntlich ohne Anwesenheit von Wasser hergestellt wird, herangezogen. Zusätzlich wurde eine Probe in der Metallform noch kurzfristig 30 Minuten bei 75 Grad C behandelt.

#### Ergebnisse:

1. Aus einem Gramm unpolymersiertem Brei lassen sich 1,3 ccm Gas austreiben. Dieses besteht zum allergrößten Teil aus Monomerem, was man daran erkennt, daß sich das Gasvolumen zusehens verkleinert (infolge der Polymerisation).
2. Wurde kurzzeitig in einer Metallform, also unter Wasserabschluß polymerisiert, so verringert sich das Gasvolumen gleichfalls stetig beim Zuwarten. Die zuerst ablesbare Gasmenge ist natürlich geringer als die des unpolymersierten Breies.
3. Je länger in der Metallform polymerisiert wird, um so weniger Gas war austreibbar.

4. Gleichartige Befunde ergab die Isolierung mit Zinnfolie.
5. Dagegen tritt bei allen Zinnfolienersatzmitteln eine Vermehrung der austreibbaren Substanz gegenüber dem unpolymersierten Brei auf, wobei die Gasmenge beim Mittelzeitverfahren noch größer ist als beim Kurzzeitverfahren. Da sich das Monomere mit der Dauer der Wärmeeinwirkung zwangs-läufig infolge Polymerisation verringert, muß an seine Stelle ein anderer Stoff getreten sein. Es ist das Wasser, das bereits während der Polymerisation in den Kunststoff gelangte. Je länger die Wärmeeinwirkung im feuchten Medium stattfindet, um so größer ist die Wasseraufnahme.
6. Die dem Nachpreßverfahren unterworfenen Proben nehmen weniger Wasser auf als die nicht nachgepreßten. Die Polymerisation unter Druck kompensiert also teilweise die Mängel der Zinnfolienersatzmittel.
7. Als besonders wichtiger Faktor im Sinne einer möglichst geringen Wasseraufnahme erwies sich neben dem Nachpressen ein guter Trockenheitsgrad der Gipsform. Der Isolierungswert der Mittel ist um so größer, je geringer der Feuchtigkeitsgehalt der Gipsform ist. Alle verwendeten Mittel stellen also nur eine unvollkommene Barre gegenüber dem angreifenden Wasser dar. Die gefaltete Zinnfolie erfüllt diese Aufgabe noch mit Abstand am besten. Der Sinn der Anwendung der übrigen Mittel ist deshalb weniger in der Abwendung des Wasserschadens als in der Glättung der Gipsoberfläche und der Verhinderung des Anhaftens von Gipsteilchen zu suchen.
8. Die Langzeitpolymerisation in Heißluft zeigt die besten Werte. Dabei spielt die Art des Isolierungsmittels keine Rolle.

Auch Holzhausen hat eine Prüfung der Isoliermittel bei der Kunststoffverarbeitung durchgeführt. Diese Versuche erstreckten sich auf Wasserschädigung, Farbeffekt, Grad der Gipshaftung und Oberflächenbeschaffenheit des Kunststoffes Paladon.

Die Isoliermittel wurden in verschiedener Schichtdicke ( "dünn" = zweimaliges sparsames Benetzen der Gipsoberfläche, "dick" = dreimaliges dickes Auftragen) und teils auf die kalte, teils auf die 80 Grad C warme Küvette aufgetragen. Es wurde einmal mit Zellophan vorgepreßt, dann wurde nach den Verarbeitungsvorschriften für Paladon polymerisiert; Kontrollversuche wurden mit Zinnfolie und ohne jedes Isoliermittel angestellt. Die Zinnfolie erwies sich dabei als das weitaus beste Isoliermittel. Sie war unbedingt notwendig, wenn der Kunststoff völlig glasklar werden sollte. Als Nachteil der Zinnfolienmethode nennt Holzhausen die zeitraubende Verarbeitung infolge mangelnder Haftfähigkeit am Gips, die Gefahr des Einpressens von Zipfeln in den Kunststoff und die Vergrößerung der Modelloberfläche bei Faltenbildung.

Calciumchlorid und Wasserglas konnten zwar eine Haftung des Gipses am Kunststoff verhindern, nicht aber eine Schädigung der obersten Kunststoffschicht. Diese Schicht wurde trübe, weißlich verfärbt und die Oberfläche porös. Hierdurch wurden die Festigkeitsprodukte des Kunststoffes verschlechtert und die Verträglichkeit verringert, da sich Zersetzungsprodukte in den Mikroporen einlagerten.

Bei Berührung von Kunststoff mit erhärtetem Wasserglas (80 % Wasser) löst sich dieses auf und dringt in den Kunststoff ein. Calciumchlorid und Wasserglas erwiesen sich auch als stark hygroskopisch, sie zogen aus dem Gips und aus der Atmosphäre Feuchtigkeit an, wenn die Küvette längere Zeit stehen bleibt. Der Verfasser rät daher von der Anwendung dieser beiden Isoliermittel ab.

Versuche mit Silikatlösungen: "Gykonsil" lieferte sehr schlechte Ergebnisse. Es war eine starke Gipshaftung, eine raue Oberfläche und eine sehr starke, milchige Trübung festzustellen. Etwas besser schnitt das "Kisol" (ein kolloidales Silikat-Wasserglasgemisch) ab, besonders dann, wenn es sehr dünn auf die warme Gipsform aufgetragen wurde. Die Wasserglas Komponente schädigt aber den Kunststoff.

Versuch mit Alginaten: Das Präparat "Fenix" erwies sich als der zur Zeit beste Zinnfolienersatz. Die Anwendung ist einfach und dank der Filmdicke von nur 1/100 mm wird die Konturentschtheit gewahrt. Der Alginatfilm wird vom Kunststoff weder an- noch aufgelöst und ist nach der Polymerisation leicht abzuziehen. Die Kunststoffoberfläche ist dann polierbar und fast vollständig farbecht und nicht milchig getrübt. Als nahezu ebensogut erwies sich das Präparat "Kisolex". Leichte Farbstörungen wurden bei dreimaligem Auftragen auf die warme Küvette geringer. Da die beim Vorpressen verwendete Zellophanfolie leicht an diesem Alginatfilm klebt, empfiehlt Holzhausen den Gebrauch von Kisolfolie, die nicht klebt, nicht angefeuchtet zu werden braucht und mehrmals verwendet werden kann. Man soll die noch vorhandene sehr geringe Wasserdurchlässigkeit der Alginatfilme nicht durch Vorbehandlung des Gipses mit Calciumchlorid zu verhindern suchen, da der Alginatfilm dann ungleichmäßig wird und schlecht haftet.

Versuch mit Polyamiden (Nylon- und Perlon-Derivate): Die Polyamide ("Polyfol, Liquifol"), zeichneten sich durch geringe Feuchtigkeitsdurchlässigkeit aus. Ihr Nachteil ist aber die starke Gipshaftung am Kunststoff, die dadurch bedingt ist, daß die Polyamide zuerst in Alkohol gelöst werden müssen, dadurch den Prothesenkunststoff etwas anlösen und wie eine Kittsubstanz zwischen Kunststoff und Gips wirken. Ferner reißen die Polyamidfolien beim Pressen häufig ein. Rehberg konnte bei Anwendung von Perlonfolien milchige Trübungen beobachten, während Selbach bei ungenügender oder fehlender Isolierung eine Weißverfärbung (Wasserdampfverfärbung) feststellen konnte. Er empfiehlt daher, den Kunststoff nicht feucht zu stopfen und zu pressen, denn dabei wird die überschüssige Flüssigkeit zwischen dem noch nicht aufgelösten Pulverperlen hindurch herausgepreßt und nimmt dabei den Farbkörper mit.

Schwarz verzichtet auf den hauchdünnen Isolieranstrich aus Wasserglas, denn, kommt dieser ans Metall, wird es mit dem Palapontanschluß noch problematischer als es ohnehin schon ist.

Weitere Versuche mit Zinnfolienersatzmitteln unternahmen Ferguson, Pfaffenbarger und Schoonover.

Alle Probestücke mit den Ersatzmitteln zeigten eine weißliche Verfärbung des rosa Kunststoffes und eine Trübung des klaren Kunststoffes; die mit Zinnfolien geschützten Teile blieben klar. Die Verfärbungen gingen auch dann nicht zurück, wenn 0,06 bis 0,13 mm von der Oberfläche abpoliert wurden. Bei diesen spielt das Wasser eine große Rolle. War keine Zinnfolie vorhanden, wurde ein Eindringen von angeteigtem Kunststoff in den Gips beobachtet, was eine Trübung zur Folge hatte. Die Transparenz wurde durch die Rauigkeit der Oberfläche beeinflusst. Die glatteste Oberfläche ergab die Zinnfolie. Versuche mit einem aufgespritzten Film ergaben eine weniger glatte Oberfläche, da dieser Film niemals so glatt werden kann. War er dick, zeigte er die Pinselstriche, war er dünn, gab er die Rauigkeit wieder. Wurden Gummifolien gebraucht, wurden einige Proben aus klarem Kunststoff rosa. In einigen Fällen haftete der Gips am Kunststoff, wenn Alginatfolien gebraucht wurden; die Blöcke, an denen der Gips haftete, waren stark verzogen. Bei Verwendung von Zinnfolie traten auch keine Oberflächenverspannungen auf, während sich hinsichtlich der Bruchfestigkeit keine wesentlichen Unterschiede ergaben.

### C. ABDECKUNG DES KUNSTSTOFFES VON DER METALLUNTERLAGE

Nach Mathé soll das Deckmaterial chemisch widerstandsfähig und schwerlöslich sein, d.h. gegen Monomer und Mundflüssigkeit nicht empfindlich sein. Das von Justi empfohlene Opak-Monomer und verschiedene andere Fabrikate haben sich seiner Ansicht nach nicht bewährt. Er unternahm verschiedene Versuche, um eine bestmögliche Abdeckung zu erreichen. Er prüfte dabei folgende Eigenschaften dieser Materialien:

- a) Wie das Material dem Einfluß von Hitze und Wasserdampf widersteht.
- b) Ob sich das Material gleichmäßig verteilt.
- c) In welchem Maß das Durchscheinen des Goldes verhindert wird.
- d) Wie das Deckmaterial sich einerseits mit der Goldlegierung, andererseits mit dem Kunststoff verbindet.

Auf vergoldete, 22 karätige runde Goldplättchen mit 15 mm Durchmesser wurde eine 1,2 mm dicke Wachsplatte aufgetragen und danach 6 solche Plättchen nebeneinander in eine Küvette eingebettet.

Es wurden folgende Deckmittel aufgestrichen:

- a) Verschiedene fabrikmäßig erzeugte, dünn angerührte Lackdeckmaterialien.
- b) Halb Zinkoxyphosphat-Zementpulver und halb Kunststoffpulver (Justi) mit Zementflüssigkeit.
- c) Dasselbe Gemisch mit Monomer.
- d) Reines Zinkoxyphosphat-Zement (Degussa).

Schon beim Auftragen war zu beobachten, daß der reine Zement am besten deckt, bevor noch die Untersuchungsstücke dem Polymerisationsvorgang unterzogen wurden. Danach folgten die Lacke; am schlechtesten deckte das mit Zement gemischte Kunststoffpulver. Bei der guten Deckung mit reinem Zement schien das Gold am wenigsten durch. Außerdem ließ sich feststellen, daß die Farbe der mit reinem Zement gedeckten Goldfläche dem normalen Dentin am ähnlichsten ist. Das gute Haften der Materialien hängt davon ab, ob sie auf hochglanzpoliertes Gold, oder auf eine grobe Gußfläche aufgetragen werden. Den besten Halt ergab auf polierten Flächen der reine Zement, der überhaupt nur durch Abkratzen entfernt werden konnte. Wenn aber die verschiedenen Deckflächen auf die rohe Goldgußfläche aufgelegt wurden, so hielten sich hier sowohl der Lack als auch das Zementkunststoffgemisch besser als auf glatter Oberfläche, jedoch gewährt der reine Zement auch hier den besseren Halt.

**Resistenz gegen Hitze und Wasserdampf:** Bei diesem Versuch wurden die Materialien auf die Goldfläche aufgestrichen, ohne mit Kunststoff belegt zu sein und dem normalen Polymerisationsvorgang ausgesetzt. Der Lack zeigte dabei kleine weißliche Blasen an den Rändern; das Material konnte ebenso wie vorher leicht in einem Strich entfernt werden. Das Zementkunststoffgemisch und das reine Zement wiesen keine Veränderungen auf. Alle Materialien hatten ihre Farbe gut bewahrt.

Nun wurde auf die Goldplättchen mit Deckmaterial eine 1,2 mm dicke Kunststoffschicht aufpolymerisiert. Nach der Polymerisation wurden die Kunststoffplättchen vom Golde losgelöst.

**Ergebnis:** Alle Materialien hatten sich, bis auf die reine Zementschicht, ziemlich fest mit dem Kunststoff verbunden. Die reine Zementschicht ließ sich schon mit leichtem Druck von der Innenfläche des Kunststoffes entfernen.

Nun wurden die Außenflächen der so erhaltenen Kunststoffplättchen glatt gestrichen und poliert. Nun wurde geprüft:

- a) Ob das Gold durch die mit verschiedenen Deckmaterialien versehenen Plättchen durchscheint.
- b) Ob das Deckmaterial die Kunststoffmasse gleichmäßig deckt.
- c) Wie es sich mit dem Kunststoff verbindet.

#### Lacke:

Sie verteilen sich ungleichmäßig und beeinträchtigen durch ihre gelbe Farbe das Aussehen des Kunststoffes. Die Ursache der Blasenbildung am Rand ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß sie mit Chloroform oder anderen ätherischen Flüssigkeiten hergestellt sind. Das Durchscheinen des Goldes wird mäßig verhindert, die Plättchen zeigen, gegen starkes Licht gehalten, daß der Lack ungleichmäßig deckt. Werden die Plättchen auf gestreiftes Papier gelegt, so sieht man, daß die Streifen nur ungenügend gedeckt werden; es fällt ferner ins Gewicht, wie dick die Lacke werden und wie alt sie sind.

### Kunststoffzementgemisch:

Die Mischung mit Zementflüssigkeit läßt sich viel leichter behandeln als die mit Monomer. Auch ist das Endresultat weit besser. Der Oxyphosphatzement beeinflusst die Farbe des Kunststoffes nicht und verhindert durch eine gleichmäßige, opake, weißliche Schicht, daß die Goldunterlage durchscheint. Halten wir diese Plättchen in starkes Licht, so ist eine vollkommen gleichmäßige Verteilung des Deckmaterials zu sehen. Die Streifen scheinen überhaupt nicht durch. Die Zementkunststoffschicht war ebenso wie die Lacke mit dem Kunststoff innig verbunden und auf mechanischem Wege nicht entfernbar.

### Reines Zement:

Die Deckung ist vollkommen. Die ganze Zementschicht ließ sich jedoch nach dem Polymerisationsvorgang leicht entfernen. Zwischen reinem Zement und Kunststoff bildet sich keine Verbindung.

Bei Verwendung von Zement und Kunststoff hält Mathé das Mischverhältnis, die Dicke der verschiedenen aufgetragenen Materialien auf das Gold und die Zeit, die man dem Deckmaterial nach dem Auftragen zur Erhärtung läßt, für besonders wichtig. Am besten erwies sich ein Gemisch von 50 Teilen Zement und 50 Teilen Kunststoffpulver, weich verrührt mit Zementflüssigkeit. Damit konnte die gleichmäßigste und erfolgreichste Deckung erreicht werden. Dieses Gemisch soll man 1 bis 2 Stunden trocknen lassen. Das Trocknen kann durch leichte Erwärmung des Goldes beschleunigt werden. Bei nicht vollkommener Verkleidung scheint die eventuell oxydierte Legierung manchmal grau oder bläulich durch.

Rank sucht die Gefahr des Metалldurchscheinens dadurch zu umgehen, daß er einen fabrikmäßigen Kunststoffzahn nimmt, diesen ausschleift und mit schnellhärtendem Kunststoff einsetzt.

Jesenský deckt das Metall mit dünnem, zahnfarbenem Papier ab; hierbei blieb auch die Farbe in dünner Kunststoffschicht unverändert. Mit einem Versuch, bei dem er einen speziellen Decklack verwendete, hatte er nicht den gewünschten Erfolg, denn der Lack floß beim Auftragen zuerst in die Unebenheiten der Oberfläche ein und mußte deshalb stellenweise in stärkeren Schichten aufgetragen werden, um auch die von ihm zuerst gemiedenen Stellen zu decken. Krampner versuchte das Durchscheinen des Metalles durch zweimaliges Polymerisieren zu verhindern. Singer und Peukert halten den Decklack jedoch für notwendig; der von ihnen angewendete Lack besteht aus Kunststoffkomponenten, um die Retention des Kunststoffes nicht zu beeinträchtigen.

Schroeder verwendet das von Justi angegebene Abdeckverfahren, bei dem mit Hilfe von Opaker, einem Schnellpolymerisat, ein Durchscheinen des Metalls verhindert werden soll. Er empfiehlt, den Kunststoff nicht zu transparent anzufertigen, da sonst diese Deckschicht kreidig durchscheint. Die von ihm angegebenen Dreiviertel-Fingerhutkronen polymerisiert er nicht direkt auf, sondern zementiert sie auf ihre Metallunterlage um eine Verfärbung zu vermeiden.

Vollrath empfiehlt den Decklack von Kulzer. Dieser Decklack verhindert nach seinen Feststellungen tatsächlich das dunkle Durchschimmern des Metalls, verursacht aber ein nicht weiter wichtiges und nur dem ungeschulten Auge des Laien nicht sichtbares opakes Aussehen. Als Nachteil des Lackes stellte sich jedoch heraus, daß das Palapont auf der glatten, weißen Lackfläche schlecht haften blieb, schlechter jedenfalls als an einem aufgerauhten, mehrmals quer durchbohrten Stahlring. Ebenfalls gute Erfolge mit einem Lacküberzug hatte Klughardt zu verzeichnen, während sich nach den Erfahrungen von Schmidt der Decklack nicht bewährt hat. Dieser hält es für zweckmäßig, zuerst eine Schicht von opakem Kunststoff (z.B. Palapont Farbe 3) zu stopfen. Auf alle Fälle achtet er darauf, nicht zu viel Flüssigkeit zu verwenden, sondern möglichst monomerenarm zu arbeiten, um eine zu große Transparenz des Kunststoffes zu vermeiden.

Gottfriedsen machte die Erfahrung, daß die herkömmlichen Deckmaterialien wohl farblich genügen, aber daß sich das Material, unter Preßdruck gebracht, von der Unterlage ablöst und sich mit dem Kunststoff zu einer undefinierbaren Masse vereinigt. Versuche mit Palapont oder Palavit oder dem üblichen Phosphatzement als Deckmaterial brachten keine besseren Ergebnisse. Er verwendete daraufhin den von der Svedia-Dental-Industrie herausgebrachten Decklack "Lustre", mit dessen Erscheinen das Problem des Abdeckens seiner Meinung nach gelöst ist. Ein Versuch ergab, daß dieser Deckkunststoff auf der Autopolymerisatbasis nach dem Auftragen jede andersfarbige Metallunterlage endgültig in die gewünschte Farbe umgestaltet und dabei sowohl auf der Metalloberfläche als auch später an dem aufgepreßten Kunststoff fest haftet. Dieses Decklackgemisch wird, nach dem Ausbrühen und Reinigen des Metalls mit Chloroform und Abtrocknen desselben, auf die Metalloberfläche aufgespritzt, nachdem es vorher in einem Dappenglas in einer dünnflüssigen Konsistenz angerührt wurde. Nach einer Minute wird auf die erste Deckschicht eine zweite aufgetragen, die man dann erhärten läßt, bevor der Kunststoff aufgepreßt wird. Spiekermann verwendet ebenso wie Schroeder den Justi-Opaker, mit dem er auch bei einer Kunststoffschicht, die unter 0,8 mm gehalten werden mußte, gute Erfolge erzielen konnte. Auch Kowaleski trägt unter dem zahnfarbenen Akrylat erst opakes Akrylat auf. Münch empfiehlt die Persistor-Massen, die auf Autopolymerisatbasis hergestellt und auf die Fluorplastmethode abgestimmt sind und mit deren Hilfe man eine naturgetreue Farbgebung erreichen soll.

Vest überzieht das angerauhte Material mit weißem Decklack, der in einem Ofen mit Thermometer bei einer Temperatur von 110 Grad C etwa eine Stunde lang eingebrannt wird. Vor dem Einbrennen wird er aber erst in der Luft vollständig getrocknet.

Da jedoch trotz dieser verschiedenen Deckmittel weitere Mißerfolge nicht zu umgehen waren, entschlossen sich viele Autoren, die Metallunterlage vor dem Aufpressen des Kunststoffes zu vergolden. Zu ihnen gehören Schroeder, Müller, Schwarz, Staegemann, Schmidt, Singer, Peukert und Kowaleski. Die meisten von den Genannten empfehlen eine gelbe Goldfarbe, um die Angleichung an die vorwiegend gelben Zahnfarben zu erleichtern.

## EIGENE VERSUCHE AM PHANTOM

Diese Versuche erstreckten sich auf:

- 1.) das für die Modellierung des Metallgerüsts verwendete Material.
- 2.) die zur Verblendung verwendeten Materialien.
- 3.) die Haftfähigkeit des Verblendmaterials.
- 4.) die Schichtdicke des Befestigungsmaterials der Blende.
- 5.) die Abdeckung der Metallunterlage.
- 6.) die Prüfung verschiedener Isoliermittel bei einigen Polymerisationsverfahren.

Für diese Versuche wurden insgesamt 22 Verblendkronen, davon 1 Dreiviertel-Fingerhut-Krone nach Schroeder, angefertigt. Die Metallgerüste wurden aus 20-karätigem Gold gegossen. Alle Gußobjekte wurden nach der Vakuummethode in Durotherm eingebettet, wobei das Vakuum von einer Wasserstrahlpumpe erzeugt wurde. Um ein entsprechendes Stumpfmodell zu gewinnen, wurde von einer natürlichen oberen Eckzahn ein zweiteiliger Abdruck aus Alabastergips genommen. Dieser in Gußwachs ausgegossen und das so gewonnene Modell in Durotherm eingebettet und aus Randolf gegossen. Anschließend wurde dieser Stumpf für die Aufnahme einer Verblendkrone präpariert und zwar mit labialer Stufe. Nach der Präparation wurde der Randolfstumpf auf Hochglanz poliert. Auf diesem Metallstumpf wurde die Hälfte der angefertigten Kronen modelliert. Die andere Hälfte wurde auf Stümpfen aus Modellzement modelliert, die durch Kupferring-Kerrabdrücke vom präparierten Randolfstumpf gewonnen wurden. Nach dem Guß der Metallgerüste wurde die Blende in 6 Fällen einpolymerisiert, in allen anderen Fällen dagegen einzementiert und zwar mit Phosphatzement, das zur besseren photographischen Darstellung rot gefärbt wurde. Unter die 6 einpolymerisierten Blenden wurden noch verschiedene Abdeckmittel aufgetragen, um deren Einwirkung auf die Farbe der Blende festzustellen. Alle angefertigten Verblendkronen wurden nun zweimal mit einer Vulcarbroscheibe durchschnitten, so daß von jeder Krone drei gleiche Teile entstanden. Die Schliffflächen dieser Teile wurden dann mit feinem Sandpapier geschliffen und mit Leitz-Aristophot mit 64-facher Vergrößerung auf 9 mal 12 cm Silber-Eosinplatten fotografiert.

### Ad 1: Modellierung des Metallgerüsts

Für diesen Versuch wurden 4 Verblendkronen aus Wachs, 4 aus Palavit G und 4 aus Dura Lay modelliert.

Bei der Modellierung des Metallgerüsts aus Wachs wurde dieses zuerst auf die labiale Fläche des präparierten Stumpfes aufgeträufelt, dann die isolierte Blende in der richtigen Lage in das noch plastische Wachs gedrückt und schließlich die Rückenplatte modelliert. Anschließend wurde nach Anbringung des Gußstiftes die Blende vorsichtig vom Wachsgerüst und dieses ebenso vorsichtig vom Stumpf abgehoben, nach der Vakuum-Methode eingebettet und aus 20-karätigem Gold gegossen.

Die Modellierung aus den Autopolymerisaten Dura Lay und Palavit G, die nach den Angaben ihrer Hersteller rückstandslos in der Gußmuffel verbrennen, ging folgendermaßen vor sich: Der Kunststoff wurde erst in einem Dappenglas angerührt, dann auf die labiale und die approximalen Flächen des Stumpfes aufgetragen und die isolierte Blende in der gewünschten Stellung in das Autopolymerisat eingedrückt. Nach der Erhärtung des Kunststoffes wurde geprüft, ob die Blende von der Kunststoffunterlage abgehoben werden konnte, was bei entsprechender Isolierung der Facette stets gelang. Danach wurde die Facette wieder in ihre Fassung gedrückt, der Rest des späteren Metallgerüsts in Kunststoff fertig modelliert, indem das aufgetragene Autopolymerisat nach seiner Aushärtung mit Bohrern und Steinchen bearbeitet wurde, um die gewünschte Form der Verblendkrone zu erhalten. Nach dem Einschmelzen des Gußstiftes in den Kunststoff wurde die Blende vom Gerüst und anschließend dieses vom Stumpf abgehoben, nach der Vakuum-Methode eingebettet und aus 20-karätigem Gold gegossen. Einige Modelle aus Kunststoff wurden vor dem Einbetten auf Hochglanz poliert.

Ergebnis: Bei den Kronen, die aus Dura Lay und Palavit G modelliert wurden, konnte nach dem Gießen und Ausarbeiten eine genaue Paßform, sowohl der Blende in ihrer Fassung als auch des Gerüsts auf dem Modellstumpf, festgestellt werden. Dabei spielte es keine Rolle, ob der Stumpf aus Randolf oder Modellzement war. Es konnte also die Gußkontraktion so gut wie ganz ausgeschaltet werden, was bei den Verblendkronen, deren Gerüste aus Wachs modelliert waren, nicht so gut gelang. Die Herstellung der Rückenplatten aus Dura Lay und Palavit G erfordert allerdings mehr Zeit, als die Modellierung des Gerüsts aus Wachs, da man nach dem Auftragen des Kunststoffes erst dessen Härtung abwarten muß, ehe man ihn mittels Bohrern und Steinchen die gewünschte Form geben kann. Allerdings haben diese Kunststoffe den Vorteil, daß nach ihrer Erhärtung die Gefahr einer Verziehung des Modells im Gegensatz zum Modell aus Gußwachs völlig ausgeschlossen ist. Die Dicke des Kunststoffmodelles ist sowohl bei dem roten Dura Lay, als auch bei dem blauen Palavit G am Anfang etwas schwerer abzuschätzen als beim Wachsmodell, doch bei einiger Übung gelingt dies genau so gut, wie beim blauen oder grünen Gußwachs.

Sowohl die Güsse der Wachs- als auch der Kunststoffmodelle waren homogen und wiesen glatte Oberflächen auf, besonders wenn das Kunststoffmodell vor dem Einbetten poliert wurde. Die Verwendung des Stumpfmaterials - Randolf oder Modellzement - spielte keine Rolle. Die Stümpfe mußten allerdings sehr gut gegen die Autopolymerisate isoliert werden, da sonst die Kunststoffmodelle nicht abgehoben werden konnten, ohne daß entweder der Zementstumpf oder - bei Verwendung des Randolfstumpfes - das Kunststoff-Gerüst brach. Selbst gegen den auf Hochglanz polierten Randolf-Stumpf war eine starke Isolierung des Kunststoffes notwendig. Bei den Modellen aus Gußwachs dagegen spielte die Isolierung keine so große Rolle. Bei Rückenplatten aus Wachs genügte eine Isolierung mit Öl oder Xynon, bei Rückenplatten aus Palavit G oder Dura Lay mußte schon das dem Dura Lay beigegebene Isoliermittel, die sogenannte Dura Lay Salbe verwendet werden.

## Ad 2: Verblendmaterialien

Als solche wurden verwendet:

- a) ausgeschliffene Porzellan-Goldknopfzähne (6 Verblendkronen).
- b) fabrikfertige Porzellanschalen (1 Verblendkrone).
- c) ausgeschliffene fabrikmäßig hergestellte Kunststoffzähne (6 Verblendkronen).
- d) fabrikfertige Kunststoffschalen (2 Verblendkronen).
- e) einpolymerisierter Kunststoff (SR) (6 Verblendkronen).
- f) 1 Kunststoffmantelkrone für die Dreiviertel-Fingerhut-Krone nach Schroeder.

Die unter a) angeführten Porzellan-Goldknopfzähne wurden mit feinen Schleifsteinen zu Schalen ausgeschliffen, die unter Berücksichtigung einer dünnen Metallzwischenschicht genau auf den Stumpf paßten. Von den 6 Metallgerüsten wurden je 2 in Wachs, Palavit G und Dura Lay modelliert. Die Modellierung erfolgte dann in der unter 1) angegebenen Weise. Um ein Absplittern von Porzellanteilchen zu verhindern, wurden diese Facetten natürlich naß beschliffen. Sie mußten eine Mindestdicke von 1 mm aufweisen, um ein farblich sich unangenehm auswirkendes Durchscheinen der Metallunterlage oder des Befestigungszementes zu verhindern. Diese Porzellanschalen mußten im Gegensatz zum Gußwachs gegen das Palavit G und das Dura Lay sehr gewissenhaft isoliert werden, da sie sonst sehr fest am Kunststoff hafteten und beim Abheben von der Kunststoffunterlage brachen. Das Ausschleifen der Porzellanzähne nimmt natürlich eine gewisse Zeit in Anspruch, da diese wegen der Gefahr des Absplitters kleiner Teilchen oder eines Bruches sehr sorgfältig bearbeitet werden müssen.

Die unter b) aufgeführten fabrikfertigen Porzellanschalen ersparen natürlich den zeitraubenden Vorgang des Schleifens der Facette, jedoch dürfte ein geringes Nacharbeiten in den meisten Fällen notwendig sein, um eine genaue Paßform zu erreichen. Sonst ist kein nennenswerter Unterschied zwischen der selbst ausgeschliffenen und der fabrikfertigen Porzellan-Facette festzustellen, da diese ebenfalls die Unterlage nicht durchscheinen läßt. Die Isolierung gegen Palavit G und Dura Lay wird durch ihre hochglanzpolierte Innenfläche, soweit diese nicht durch das Nacharbeiten verloren geht, etwas erleichtert. Das Metallgerüst wurde in diesem Falle aus Dura Lay modelliert und die Facette mit Dura Lay Salbe isoliert. Weniger Zeit als das Ausschleifen von Porzellanzähnen erfordert dagegen das Ausschleifen der fabrikfertigen Kunststoffzähne, die unter c) aufgeführt sind, da der Kunststoff nicht naß beschliffen werden muß und auch nicht so leicht bricht oder absplittert. Die Kunststoff-Facetten wurden beschliffen wie die Porzellan-Facetten und auch die Modellierung ging auf dieselbe Art und Weise vor sich. Von den 6 Metallgerüsten wurden je 2 aus Wachs, Palavit G und Dura Lay modelliert. Die Mindestdicke dieser Kunststoff-Facetten mußte ebenfalls 1 mm oder etwas mehr betragen, um die Unterlage nicht durchscheinen zu lassen. Die Isolierung der Kunststoff-Facetten gegen die für die Modellierung des Gerüsts verwendeten Autopolymerisate mußte stärker ausgeführt werden als beim Porzellan, da sonst

die Facette so fest am Autopolymerisat haftete, daß sie ohne Bruch nicht mehr davon getrennt werden konnte. Hierbei wies das Palavit G eine etwas größere Haftfähigkeit auf, als das Dura Lay, wobei die Isolierung aus Dura Lay Salbe erfolgte. Bei der Verwendung von Gußwachs an Stelle des Kunststoffes genügte eine Isolierung mit Öl.

Die fabrikfertigen Kunststoffschalen, die unter d) genannt sind, mußten wie die fabrikfertigen Porzellanschalen noch etwas nachgearbeitet werden, daß sie genau auf den Stumpf paßten. Ihre hochglanzpolierte Innenfläche erleichtert etwas die Isolierung mit Dura Lay Salbe gegen die Autopolymerisate, die zur Modellierung des Metallgerüsts Verwendung fanden. Sonst ist gegenüber den selbst ausgeschliffenen Kunststoffzähnen kein Unterschied festzustellen. Für die 6 unter e) genannten Kronen wurden zuerst die Rückenplatten auf dem Randolfstumpf modelliert, die labial mit einer entsprechenden Aussparung und Retention für die Blende versehen wurden. Nach der Vakuum-Einbettung und dem Guß wurden die Blenden in Preponwachs aufgetragen, die Kronen in eine Küvette eingebettet und nach dem Auftragen verschiedener Abdeckmittel wurde SR Kunststoff einpolymerisiert. In einem Fall wurde das Polymerisationsverfahren von Schroeder angewendet (30 Minuten kochen und 15 Minuten bei 115 bis 120 Grad C vulkanisieren), die anderen 5 Blenden wurden nach der einfachen Methode einpolymerisiert. (35 Minuten gekocht).

Hier ist natürlich die Farbgebung etwas erschwert, da bereits ein nicht genau eingehaltenes Mischverhältnis eine geringe Farbveränderung zur Folge haben kann, während bei der einzementierten Blende die Farbe durch die Wahl einer entsprechenden Facette schon gegeben ist und mit Hilfe eines entsprechenden Zementes noch etwas nachkorrigiert werden kann, falls sich dies als notwendig erweisen sollte, während eine eingepreßte Blende wieder entfernt und durch eine neue ersetzt werden muß, wenn die gewünschte Zahnfarbe nicht erreicht wurde. Das Einpolymerisieren einer Blende nimmt natürlich etwas mehr Zeit in Anspruch, als das Einzementieren, dem ja nur ein Beschleifen der Blende vorausgeht, während eine eingepreßte Blende erst modelliert, dann eingebettet, ausgebrüht und isoliert werden muß. Anschließend muß dann noch die Metallunterlage abgedeckt und schließlich der Kunststoff eingepreßt und einpolymerisiert werden.

Die unter f) genannte Dreiviertel-Fingerhut-Krone nach Schroeder wurde folgendermaßen hergestellt: Zuerst wurde auf dem Stumpf ein Dreiviertel-Fingerhut aus Dura Lay modelliert, wobei sich die labiale Stufe im Kunststoff zu einer zirkulären Stufe ergänzte. Die labiale Fläche des Metallstumpfes lag dabei frei, nur incisal und approximal griff der Kunststoff etwas auf die labiale Fläche über, um dem Fingerhut einen besseren Halt zu gewähren. Nach dem Guß des Dreiviertel-Fingerhutes wurde dieser auf dem Stumpf aus Modellzement aufzementiert. Darauf wurde dann eine Mantelkrone aus Wachs modelliert, anschließend aus SR Kunststoff hergestellt und aufzementiert. Die Kunststoffkrone, die ja labial genau so dick ist, wie eine Mantelkrone, ließ kein Zement durchscheinen.

### Ad 3: Die Haftfähigkeit der Blende

Die Haftfähigkeit war bei den einpolymerisierten Kunststoffblenden größer, als bei den einzementierten Kunststoff- und Porzellan-Facetten, am besten war sie natürlich bei der Dreiviertel-Fingerhut-Krone, die ja nichts anderes als eine Mantelkrone mit einer Metallunterlage ist und den Stumpf bzw. das Metallgerüst ganz umfaßt und daher nur gegen ein Herausfallen in axialer Richtung auf ein Befestigungsmittel angewiesen ist.

### Ad 4: Schichtdicke des Befestigungs- bzw. Abdeckmaterials

Um die Schichtdicke festzustellen, wurden alle 22 Kronen nach dem Aufpolymerisieren bzw. Einzementieren der Blenden je 2 mal durchgeschnitten, die Schnitte glatt geschliffen und fotografiert.

Die Schichtdicke erwies sich dabei als abhängig von der Wahl des Verblend- und Modellierungsmaterials und der Art der Befestigung.

#### a) Schichtdicke des Abdeckmaterials bei eingepreßter Kunststoffblende:

Bei diesem Versuch erwies sich die Schichtdicke als bedeutend geringer als bei den einzementierten Blenden. Makroskopisch war in den Fällen, in denen keine Deckschicht verwendet, aber verschiedenartig polymerisiert wurde (einfache Polymerisation und Polymerisation nach Schroeder) kein Spalt zu sehen, ebenso bei der Verwendung von Decklack. Wurde Opaker verwendet, so war zwischen Kunststoff und Metall eine weißliche Schicht zu erkennen, die sich aber allem Anschein nach mit dem Kunststoff verbunden hatte und sich auch an das Metall so gut anschmiegte, daß man praktisch nicht von einem Spalt reden kann.

Die Anwendung von Farbe aus dem Palapontfarbkasten, die mit Chloroform angerührt und auf das Metall aufgetragen wurde, ergab einen ganz geringen Spalt zwischen Metall und Kunststoffblende. Den breitesten Spalt der Verblendkronen mit eingepreßter Blende ergab die Abdeckung, die Mathé empfiehlt, also 50 Teile Kunststoffpulver, 50 Teile Zementpulver, angerührt mit Zementflüssigkeit. (Bild 1).<sup>+</sup>

Bei der Dreiviertel-Fingerhutkrone war nur ein ganz schmaler Zementsaum zwischen Kunststoff und Metall festzustellen, der dem bei der Verwendung von Farbe aus dem Palapontfarbkasten gleich und nur labial, wo zwischen Kunststoff und Stumpf sich keine Metallschicht mehr befand, etwas breiter war. (Bild 2).

#### b) Verblendkronen mit einzementierter Blende:

Hier war der Spalt wesentlich breiter, sowohl bei der Verwendung von fabriktfertigen Schalen als auch von selbst ausgeschliffenen Facetten.

---

<sup>+</sup> Sämtliche Bilder befinden sich im Anhang.

- aa) Verblendkronen mit ausgeschliffener Kunststoffacette und modellierter Rückenplatte aus Kunststoff (Palavit G oder Dura Lay) In diesem Fall war die Zementschicht am dicksten (Bild 3), da die Kunststoffacette sehr stark gegen den Kunststoff, besonders gegen das Palavit G, isoliert werden mußte, um wieder abgehoben werden zu können. Diese Isolation war nur mit dem dem Dura Lay beigegebenen Isoliermittel (einer Art Wachs) möglich. Kunststoffacetten, die nur mit Öl oder Vaseline isoliert waren konnten kaum noch abgehoben werden, ohne daß sie dabei selbst brachen oder von der Rückenplatte ein Stück herausgerissen wurde.

Bei den fabrikfertigen Kunststoffschalen war die Zementschicht nicht so dick, was wohl auf die Tatsache zurückzuführen ist, daß diese Schalen auch an der inneren, dem Stumpf zugekehrten Fläche mit einer Hochglanzpolitur versehen sind, so daß die Haftkraft des Kunststoffes nicht so stark zur Auswirkung kommt und deshalb eine dünnere Isolierschicht genügt. Das Dura Lay war etwas leichter zu handhaben als das Palavit G, da es nicht gar so stark haftete und daher den Arbeitsgang etwas erleichterte.

- bb) Verblendkronen mit ausgeschliffener Kunststoffblende und modellierter Rückenplatte aus Wachs: Auf die labiale Fläche des Stumpfes wurde ein in warmem Wasser erweichtes Plattenblauwachs aufgelegt und die mit Öl isolierte, ausgeschliffene Kunststoffacette eingedrückt, kurz abgehoben, wieder aufgesetzt und dann die Rückenplatte fertig modelliert und gegossen. Der Zementspalt war hier weitaus geringer als beim vorhergehenden Versuch, was auf die einfache Isolierung mit Öl zurückzuführen ist. (Bild 4).
- cc) Verblendkronen mit ausgeschliffenen Porzellanfacetten und modellierter Platte aus Kunststoff: (Palavit G oder Dura Lay) Die Spaltbildung gleicht ungefähr der auf Bild 4 dargestellten, da ja das Porzellan gegenüber dem Kunststoff nicht so stark isoliert zu werden braucht wie eine Kunststoffacette gegen ein Autopolymerisat. Zwischen der selbst ausgeschliffenen Porzellanacette und der fabrikfertigen Schale ergab sich kein erkennbarer Unterschied.
- dd) Verblendkronen mit ausgeschliffener Porzellanblende und modellierter Rückenplatte aus Wachs: Der Spalt glich dem auf Bild 4 (siehe Bild 5), da auch hier keine Isolierung mit Dura Lay-Wachs nötig war, sondern die Verwendung von Öl, Vaseline oder Xynon genügte.

#### Ad 5: Abdeckung der Metallunterlage

Es wurden 6 Metallgerüste gegossen, wie unter 2 e angegeben, mit verschiedenen Abdeckmaterialien versehen und darauf SR Kunststoff (Farbe 69) polymerisiert.

Folgende Abdeckungsmaterialien wurden verwendet:

- a) Ein Gemisch von halb Phosphatzementpulver und halb Kunststoffpulver, welches mit Zementflüssigkeit angerührt wurde, wie es Mathé empfohlen hat.
- b) Farbe aus dem Palapontfarbkasten, die mit Chloroform angerührt und dann auf das Metall aufgetragen und getrocknet wurde, bevor der Kunststoff eingepreßt wurde.
- c) Opaker, ein Autopolymerisat der Firma Justi, das vor dem Einpressen des Kunststoffes auf das Metall aufgetragen wurde.
- d) Decklack der Firma Kulzer.
- e) Hier wurde der Kunststoff ohne Deckschicht einpolymerisiert nach der normalen Methode.
- f) Hier wurde ebenfalls auf eine Deckschicht verzichtet aber die Blende nach der von Schroeder angegebenen Methode aufpolymerisiert.

Das beste Ergebnis wurde mit der von Mathé angegebenen Methode erzielt. Sie kam dem zum Vergleich herangezogenen Musterzahn der Farbe 69 aus dem SR Farbring am nächsten.

Die unter b angeführte Methode ergab einen etwas graueren Farbton. Der mit Opaker unterschichtete Kunststoff war nach der Polymerisation etwas gelbbraun.

Der Decklack verursachte eine etwas mehr gelbbraune Farbe als der Opaker, außerdem mußte er in relativ dicker Schicht aufgetragen werden, bis er an allen Stellen haftete.

Der ohne Deckschicht nach der einfachen Methode einpolymerisierte Kunststoff zeigte eine noch mehr gelbbraune Farbe als der Lack.

Der nach der Methode von Schroeder auf eine nicht abgedeckte Goldunterlage aufpolymerisierte Kunststoff zeigte eine etwas weißlich opake Farbe, was wohl auf den Verzicht einer Zinnfolienisolierung (es wurde nur Zellophan verwendet) zurückzuführen ist.

#### Ad 6: Prüfung verschiedener Isoliermittel, bei einigen Polymerisationsverfahren

- a) Es wurden 9 obere mittlere Schneidezähne in natürlicher Größe in Wachs modelliert, eingebettet und aus SR-Kunststoff, Farbe 25 hergestellt und zwar alle aus demselben Kunststoffteig. Gegen die Gipshohlform wurden je 3 Zähne mit

Zinnfolie, Zellophan bzw. Polyäthylenfolie und Fenix abgeschirmt. Polymerisiert wurden je 3 Zähne, von denen immer je einer mit Zinnfolie, Polyäthylenfolie und Fenix isoliert wurde, nach der Methode von Schroeder, Freitag und nach der einfachen Methode.

Die Methode von Schroeder besteht darin, daß der Kunststoff zuerst 30 Minuten gekocht, dann in den Vulkanisator gebracht wird, in dem das Wasser schon kochen soll und dort 15 Minuten bei 115 bis 120 Grad Celsius belassen wird. Von den nach dieser Methode polymerisierten Zähnen behielt nur der mit Zinnfolie isolierte seine ursprüngliche Farbe bei (Bild 6, untere Reihe links). Die anderen waren weißlich verfärbt (Bild 6, untere Reihe Mitte und rechts).

Die Polymerisationsmethode nach Freitag geht so vor sich, daß der Kunststoff erst normal polymerisiert, d.h. langsam angewärmt und dann mindestens 35 Minuten gekocht wird. Dann wird der Kunststoff ausgebettet, ausgearbeitet und poliert und dann eine Stunde in Heißluft von 120 °C, entweder im Vorwärme-Ofen oder im Sterilisator, nachpolymerisiert. Die nach diesem Verfahren hergestellten Kunststoff-Zähne wiesen alle die gleiche Farbe auf, wie der Zahn auf dem Farbring, obwohl sie verschieden isoliert waren, nämlich mit Zinnfolie, Zellophan und Fenix. (Bild 6, mittlere Reihe).

Die nach der einfachen Methode (langsam anwärmen und mindestens 35 Minuten kochen lassen) polymerisierten Zähne ergaben dasselbe Resultat, wie die nach dem Verfahren von Freitag polymerisierten. Auch diese Zähne waren verschieden isoliert, mit Zinnfolie, Polyäthylenfolie und Fenix. (Bild 6, obere Reihe).

b) Es wurden wiederum 9 obere mittlere Schneidezähne in natürlicher Größe in Wachs modelliert, eingebettet und aus SR-Kunststoff, diesmal aber von der Farbe 69, hergestellt. Die Zähne wurden wieder nach der Methode von Schroeder, Freitag und nach der einfachen Methode polymerisiert und jeweils einer mit Zinnfolie, Polyäthylenfolie und Fenix isoliert.

Es ergaben sich dabei dieselben Ergebnisse, wie bei der Verwendung von SR-Kunststoff Farbe 25.

Von den nach der Schroeder'schen Methode polymerisierten Zähnen behielt wiederum nur der mit Zinnfolie isolierte seine Farbe, aber auch hier trat am Zahnhals eine weißliche Verfärbung auf, da an dieser Stelle die Zinnfolie gerissen war. (Bild 7, untere Reihe links). Die beiden anderen Zähne, die mit Zellophan und Fenix isoliert waren, zeigten eine weißliche Verfärbung. (Bild 7, untere Reihe Mitte und rechts).

Die nach der Methode von Freitag polymerisierten Zähne behielten trotz der verschiedenen Isolierung mit Zinnfolie, Polyäthylenfolie und Fenix ihre Farbe. (Bild 7, mittlere Reihe).

Die nach der einfachen Methode polymerisierten Zähne wiesen trotz der verschiedenen Isolierung, wie sie bei der Methode nach Freitag angewendet wurde, alle dieselbe Farbe auf, wie der Musterzahn am Farbring. (Bild 7, obere Reihe).

### III. TEIL

#### EIGENE VERSUCHE AM PATIENTEN

##### Fall 1:

Die 4 oberen Schneidezähne dieses Patienten waren mit Fensterkronen aus einer Silberlegierung überkront, deren labial ausgeschnittenes Fenster mit Kunststoff verblendet war. Unter diesen Kronen hatte sich eine Sekundärkaries gebildet, die Blende von 1/ war herausgebrochen. 2/12 waren devitalisiert und reseziert. Diese 4 Zähne wurden nun mit Dreiviertel-Fingerhutkronen, wie sie von Schroeder angegeben wurden, versehen. 1/ der noch vital war, wurde vorschriftsmäßig, also mit labialer Schulter und kantigen Übergängen von der bukkalen zu den approximalen Flächen präpariert. 2/12 wurden zuerst mit Stiftaufbauten aus Palapont versehen, die mit Golddraht verstärkt wurden, und dann ebenfalls wie 1/ präpariert. Nun erfolgten Kupferring-Kerr-Abdrücke und darüber ein Gipsabdruck. Auf dem so gewonnenen Arbeitsmodell - die 4 Modellstümpfe aus Zement waren natürlich herausnehmbar - wurden nun die Metallhütchen in Blauwachs so modelliert, daß sie die labiale Fläche des Stumpfes nicht bedeckten, sondern nur etwa 1 mm von den approximalen Flächen und von der Schneidekante her auf die bukkale Fläche übergriffen, um für eine ausreichende Stabilität zu sorgen. Die labiale Stufe setzte sich, wie Schroeder beschrieben hat, approximal und palatinal im Blauwachs fort, so daß der Stumpf nun aussah als sei er mit einer circulären Schulter wie für eine Mantelkrone präpariert worden. Die Hütchen wurden nun zweizeitig eingebettet und zwar wurde das Hütchen erst noch auf dem Stumpf belassen und nur die dem Stumpf abgewandte Seite desselben nach dem Anbringen des Gußstiftes mit Einbettmasse bedeckt und erst nach deren Erhärtung vom Stumpf abgezogen; dann wurde es vollends eingebettet und anschließend aus einer Goldlegierung gegossen, ausgearbeitet und einprobiert. Nun wurden diese Käppchen wieder auf das Arbeitsmodell gesetzt und darüber 4 Mantelkronen in Wachs modelliert, eingebettet und in der üblichen Weise hergestellt. Bei den Kronen der mittleren Schneidezähne wurde der Kunststoff direkt auf das Hütchen aufgepreßt, während die Mantelkronen für die seitlichen Schneidezähne ohne die Metallfingerhüte eingebettet und gepreßt wurden (Bild 8). Schon vor dem Einbetten waren die cervicalen Ränder der Fingerhüte, soweit sie später nicht vom Kunststoff bedeckt wurden, auf Hochglanz poliert worden. Nach der Polymerisation wurden die Kronen ausgearbeitet und poliert. Die Kronen von 1/1 wurden, da der Kunststoff direkt auf das Metallgerüst aufpolymerisiert war, in einem Arbeitsgang mit Phosphatzement eingesetzt, während auf die Stümpfe der beiden seitlichen Schneidezähne erst die Fingerhüte auf die Stümpfe zementiert und darüber dann die Kunststoffmantelkronen gesetzt wurden.

Der kosmetische Erfolg war zufriedenstellend. Es war von labial her kein Metall zu sehen, so daß der Eindruck entstand als wären es 4 einfache Kunststoff-

mantelkronen. Bei einer Nachkontrolle nach 2 Jahren waren von labial her keine Verfärbungen zu sehen, nur palatinal konnte man bei den Kronen der mittleren Schneidezähne - hier war der Kunststoff direkt auf die Metallhütchen aufpolymerisiert worden - im Bereich der Metallstufen eine geringe, leicht bläuliche Verfärbung erkennen. Der Patient war mit diesem Ersatz sehr zufrieden.

Ein Nachteil mag vielleicht sein, daß, wie in diesem Falle, bei mehreren, nebeneinander stehenden Fingerhutkronen im approximalen Bereich relativ viel Substanz geopfert werden muß, um den nötigen Platz für die Metallstufen zu erhalten, ohne dabei das Zahnfleisch zu schädigen. Dies dürfte natürlich bei einzelnen Kronen oder Brückenpfeilern, oder wie es hier mit einer Ausnahme (1/) der Fall war, bei devitalisierten Zähnen - hier kann ohne Bedenken mehr Zahnschubstanz geopfert werden - weniger ins Gewicht fallen. Labial brauchte nicht mehr Zahnschubstanz abgetragen werden als wie für eine Mantelkrone, da das Metall keinen Platz benötigt.

#### Fall 2:

Der rechte obere mittlere Schneidezahn, der devital war, sollte mit einer Verblendkrone, wie sie von Davis und Klein angegeben und von Schroeder veröffentlicht wurde, versorgt werden. Der Zahn wurde nach dem Einsetzen eines Stiftaufbaues aus Palapont und Golddraht wie für eine Bandvollkrone, also ohne Stufe, präpariert. Es folgte ein Kupferring-Kerr-Abdruck, der mit Modellzement ausgegossen wurde. Auf diesem Modellstumpf wurde, nachdem unterhalb der Demarkationslinie eine Kerbe eingeschliffen war, ein Hütchen aus Duralay angefertigt, mit einer circulären Rille versehen und der Teil, der die Schneidekante bedeckte, wieder abgeschnitten, so daß nur ein massiver Kunststoffring übrig blieb, aus dem die Schneidekante ungefähr 1 mm hervorragte. Dieser Ring wurde im Munde des Patienten auf den präparierten Stumpf gesetzt und der Sitz genau kontrolliert, was durch das Hervorstehen der Schneidekante wesentlich erleichtert war. Nun wurde über diesem Hütchen ein Gipsabdruck genommen, der vorher schon hergestellte Zementstumpf in das Hütchen gesteckt, das durch die circuläre Rille gut im Abdruckgips verankert war und daraus das eigentliche Arbeitsmodell gewonnen. Daraufhin wurde die Verblendkrone in Blauwachs modelliert und auf der zu verblendenden labialen Fläche im cervicalen Bereich eine feine Stufe in das Gußwachs modelliert, die gegen den Stumpf zu unter sich ging und im inzisalen Bereich feine Golddrähtchen von 0,35 mm Stärke strahlenförmig eingeschmolzen und schließlich an den Goldrahmen angegossen, wodurch sich eine vortreffliche Retention für den Kunststoff ergab. Nach dem Guß erfolgte die Einprobe im Mund und die Politur des Goldrahmens bis auf die labiale Fläche, die später mit Kunststoff bedeckt wurde und schließlich die Vergoldung, um in farbtechnischer Hinsicht eine bestmögliche Metallunterlage zu erreichen. Nun wurde die Kunststoffblende und zwar aus SR Kunststoff der Firma Justi einpolymerisiert und zwar erst 30 Minuten gekocht und dann 15 Minuten bei einer Temperatur von 115 bis 120 Grad C vulkanisiert, wobei das Wasser im Vulkanisa-

tor beim Einbringen der Kuvette schon kochte. Die Isolierung erfolgte mit Zinnfolie.

Der kosmetische Erfolg war gut, es war kaum ein Metallrand zu sehen (Bild 9), auch die Goldunterlage schimmerte trotz des Verzichtes auf das von Schroeder empfohlene Deckmaterial (Opaker) nicht durch.

### Fall 3:

Der vitale rechte obere Eckzahn wurde, ebenfalls wie bei Fall 2, mit einer Verblendkrone nach Davis und Klein überkront. Der Patient trug eine partielle Prothese und dieser Eckzahn diente als Klammerzahn, was auch bei der anzufertigenden Verblendkrone berücksichtigt werden mußte. Nach der üblichen Präparation und Herstellung des Arbeitsmodells wurde deshalb das Hütchen aus Dura Lay bei der Modellierung der Verblendkrone verwendet, indem es der späteren Kronenform entsprechend mit Bohrern und Schleifsteinchen bearbeitet wurde. Die labiale Stufe wurde etwas weiter inzisalwärts gelegt, um der Klammer den nötigen Halt auf einer Metallunterlage zu gewähren. Das so vorgeformte Kunststoffhütchen wurde nun nochmals einprobiert, um den exakten Sitz der Klammer zu kontrollieren. Gerade in diesem Falle erwies sich die Verwendung von Dura Lay als sehr vorteilhaft, da es im Gegensatz zum Gußwachs von der Klammer nicht verformt werden konnte. Die Rückenplatte wurde in Blauwachs auf das Hütchen modelliert und auf die labiale Fläche wurden diesmal an Stelle der Golddrähte feine Stäbchen aus Dura Lay strahlenförmig eingeschmolzen, so daß auf ein Angießen der Drähtchen verzichtet werden konnte. Nach dem Guß wurde dann wie bei Fall 2 der SR Kunststoff einpolymerisiert, nur mit dem Unterschied, daß diesmal unter die Kunststoffblende Opaker gelegt wurde und die Isolation mit Zellophan erfolgte.

Die Paßform der Krone war ebensogut wie bei Fall 2; auch war inzisal vom Metall ebensowenig zu sehen und die Klammer saß genau auf der ihr zugedachten Goldfläche am Cervicalrand. Hinsichtlich der Farbgebung konnte jedoch der Erfolg von Fall 2 nicht ganz erreicht werden. Labial muß bei dieser Verblendkrone doch etwas mehr Substanz abgetragen werden als es für eine Vollkrone notwendig ist, da die Krone, deren labialer Teil aus einer Metall- und einer Kunststoffschicht besteht, sonst zu massiv wirken und etwas vorstehen würde, was vom Patienten als unangenehm empfunden werden könnte.

### Fall 4:

Die beiden oberen mittleren Schneidezähne, die reseziert und deren Kronen fast zur Hälfte durch Karies zerstört waren, wurden mit Verblendkronen, wie sie Voss angegeben hat, überkront.

Die beiden Zähne wurden nach Abtragen der Kronen mit Stiftaufbauten aus Palapont und Golddraht versehen und dann mit einer labialen Schulter, die etwa 0,5 mm unter dem Zahnfleischrand lag und sich bis in die approximalen Räume erstreckte und dort fein auslief, präpariert. Die Präparation wurde wie in den übri- gen Fällen nur leicht konisch, also fast parallelwandig gestaltet. Nach der übli-

chen Modellherstellung (Kupfering-Kerr- und Gipsabdruck) wurde auf den Zementstümpfen palatinal und approximal Zinnfolie anrotiert, wobei jedoch der cervicale Rand von Zinnfolie freiblieb. Labial wurde Platinfole anrotiert, die über die Schulter und die Schneidekante reichte und leicht an den Stumpf angewachst wurde. Nun wurden 2 Porzellangoldknopfzähne ausgeschliffen und an den approximalen Rändern zum Stumpf hin etwas abgeschrägt. Der inzisale Teil dieser Facetten wurde auf der Rückseite mit einer Hohlkehle versehen, da die Stiftaufbauten entsprechend gekürzt werden konnten.

Nun wurde auf die labiale Fläche des Stumpfes, die bereits mit Platinfole bedeckt war, ein in warmem Wasser erweichtes Plattenblauwachs aufgelegt und die mit Öl isolierte Porzellanfacette in die gewünschte Stellung eingedrückt. Wenn auch dabei das Wachs an einigen Stellen völlig verdrängt wurde, so bildete doch die Platinfole eine ausreichende Bedeckung des Stumpfes. Es erfolgte die Modellierung der Rückenplatte und zwar so, daß auch die abgeschrägten Ränder der Facetten mit Wachs überzogen und diesen somit ein Kantenschutz gewährt wurde. Nach dem Abheben der Facetten wurden die Wachsmodelle wie bei Fall 1 zweizeitig eingebettet, wobei natürlich vorher die Zinnfolie entfernt wurde. Das Angießen der Platinfole bereitete keine Schwierigkeiten, denn auch an den Stellen, die vorher nur von Platinfole bedeckt waren, war eine homogene, genügend starke Goldschicht, die den Stumpf bedeckte; ebenso war die Stufe durch eine Goldschicht geschützt, die sogar noch etwas darüber in die Zahnfleischtasche reichte. Die Einprobe im Munde ergab einen guten Sitz der Kronen; auch das Einpassen der Facetten in das Metallgerüst ging ohne Schwierigkeiten vor sich (Bild 10). Diese wurden nach der Politur des Metalles mit Resin-zement in ihre Fassungen gesetzt und anschließend die fertigen Verblendkronen mit Phosphatzement einzementiert. (Bild 11).

Der kosmetische Erfolg war gut, der Kantenschutz aus Gold kaum sichtbar. Veränderungen der Farbe konnten bei späteren Kontrollen nicht beobachtet werden.

#### Fall 5:

Zu überkronen waren  $\overline{43/23}$ , die alle vital waren.  $\overline{4/}$  sollte als Klammerzahn für eine starr gelagerte Teilprothese dienen. Hier wurde wegen der starren Lagerung der Prothese, die durch Aufleger, bzw. Käppchen auf die genannten Zähne und den außerdem noch vorhandenen, mit einer Goldkrone versorgten linken zweiten Prämolaren gewährleistet werden sollte, auf die für die Unterkieferzähne immer wieder verlangte Verblendung der Schneidekanten verzichtet. Für  $\overline{4/}$  und  $\overline{/3}$  wurden Verblendkronen nach Voss angefertigt, wie bei Fall 4, nur daß die Krone von  $\overline{4/}$  dahingehend modifiziert wurde, daß die Schulter etwas höher gelegt wurde, um für die vorgesehene Klammer eine Retentionsfläche zu schaffen und die Facette vor den Einwirkungen dieser Klammer zu schützen.

Auf  $\overline{3/}$  wurde eine Verblendkrone, wie sie Mathé beschrieb, angefertigt, allerdings mit Kantenschutz. Der Stumpf wurde mit labialer Schulter präpariert und über dem Modellstumpf zuerst ein Hütchen aus Gold angefertigt und einprobiert. Dieses Hütchen wurde dann mit Einbettmasse bedeckt, mit Ausnahme des cervicalen Randes im lingualen und approximalen Bereich. Darüber wurde nun die Rückenplatte modelliert, die nur im vorher erwähnten cervicalen Bereich dem Metallhütchen anlag, anschließend gegossen und in diesem Bezirk mit dem inneren, den Stumpf ganz umfassenden Käppchen, verlötet. Anschließend wurde in der üblichen Weise der Kunststoff einpolymerisiert.

$\overline{/2}$  wurde mit einer Verblendkrone nach Staegemann versorgt. Der Stumpf wurde mit einer geringen cervicalen Stufe versehen. Dann wurde der nach dem Ringmaß hergestellte Kronenring, der den Stumpf um ca. 5 mm überragte, einprobiert und labial soweit ausgeschnitten, daß die approximalen Ränder die labiale Fläche um ca. 2 mm überragten, um dem später eingepreßten Kunststoff eine genügende Retention zu bieten. Cervical wurde der Ring auf der labialen Fläche soweit gekürzt, daß fast nur das in die Zahnfleischtasche versenkte Ringband verblieb, das mit der präparierten Stufe auf ein Niveau gebracht wurde. Lingual wurde der Ring nur bis zum Tuberkulum ausgeschnitten. Die approximalen Teile des Ringes, die den Zahn um etwa 5 mm überragten, wurden nun in der Weise über den Stumpf gebogen, daß sie die gewünschte Schneidekantenform bildeten und so miteinander verlötet. Darüber erfolgte ein Kupferring-Kerr-Abdruck. Auf dem Modellstumpf wurden nun die noch nicht vom Ring bedeckten Flächen mit einer dünnen Blauwachsschicht in der Weise belegt, daß die Ränder des Ringes das modellierte Käppchen noch um 1 guten mm überragten. Ring und inneres Käppchen wurden nun miteinander verschmolzen und der Gußstift auf dem Käppchen so angebracht, daß er unter direktem Kontakt der Schneidekante stand und zwischen dem höchsten Punkt des Käppchens und der Schneidekante mit Gußwachs verstärkt. Nach dem Guß und der Verlotung beider Teile entstand somit eine stabförmige Verbindung des Käppchens und der Kante, die gleichzeitig als Stabilisierung des Metallgerüsts und als Retention für den Kunststoff diente. Nach einer Einprobe im Munde wurde die Kunststoffblende einpolymerisiert.

Alle 4 Kronen erwiesen sich als sehr stabil. Der kosmetische Erfolg war bei den Kronen von  $\overline{4/}$  und  $\overline{/3}$  gut, bei  $\overline{3/}$  und  $\overline{/2}$  konnte er hinsichtlich der Zahnfarbe nicht ganz erreicht werden. (Bild 12).

In allen 5 Fällen bereitete die Anfertigung der Kronen keine besonderen Schwierigkeiten und erforderte auch nicht mehr Zeit als die Herstellung anderer Verblendkronen-Arten.

## ZUSAMMENFASSUNG

Es sollte untersucht werden:

- I. Am Patienten: Die Herstellungsweise, Statik und Kosmetik einiger Verblendkrontypen.
- II. Am Phantom: Die Materialien, die für die Modellierung des Metallgerüsts einer Verblendkrone und die Herstellung ihrer Blende in Frage kommen, sowie die Schichtdicke und Haltefähigkeit des Befestigungsmaterials und die Qualität sowohl der Abdeckmittel, welche die Blende von den ungünstigen farblichen Einwirkungen der Metallunterlage schützen sollen, als auch der Isoliermittel, die den Kunststoff während der Polymerisation gegen die Gips-hohlform abschirmen sollen.

Ad I: Die in Fall 1 angefertigten Dreiviertel-Fingerhutkronen erwiesen sich statisch und kosmetisch als einwandfrei. Die Farbe der Kunststoffmantelkronen wurde durch das Metallgerüst nicht beeindruckt. Es erwies sich hinsichtlich der Farbbeständigkeit als günstiger, die Mantelkronen auf die Hülsen aufzuzementieren und nicht aufzupolymerisieren, was auch Schroeder und Mathé empfehlen. Bei mehreren nebeneinanderstehenden Dreiviertel-Fingerhutkronen muß allerdings approximal relativ viel Zahnschubstanz geopfert werden, um genügend Platz für die Metallstufen zu gewinnen. Facial ist dagegen kein größeres Substanzopfer nötig als für eine Mantelkrone.

Die in Fall 2 und 3 angefertigten Verblendkronen nach Davis und Klein erwiesen sich ebenfalls als stabil und kosmetisch tragbar. Eine Isolierung mit Zinnfolie dürfte aber bei Anwendung der Polymerisationsmethode von Schroeder unbedingt notwendig sein, um die gewünschte Zahnfarbe zu erreichen. Das Substanzopfer war geringer als in Fall 1. Die trotz des Verzichtes auf das Abdeckmaterial in Fall 2 erreichte, richtige Zahnfarbe dürfte darauf zurückzuführen sein, daß die Patientin gelbliche Zähne hatte und daher die gelbliche Farbe der vergoldeten Edelmetallunterlage der gewünschten Zahnfarbe entgegenkam. Auf jeden Fall kann diese von Schroeder, Müller, Schwarz, Staegemann, Schmidt, Singer, Peukert und Kowaleski empfohlene Methode einer Vergoldung der Metallunterlage als Vorteil angesehen werden. Die Retention durch dünne Golddrähtchen erwies sich sehr vorteilhaft, ebenso die Verwendung von SR Kunststoff als Verblendung und von Dura Lay zur Modellierung von Kronen, die für Klammerzähne gedacht sind, was auch Westphal bestätigt. Die Klammer hatte an der höher gelegten Metallstufe eine ausgezeichnete Retention. Die Präparation war von allen Fällen die einfachste, da sie der Präparation einer Vollkrone mit Ausnahme der etwas umfangreicheren Substanzabtragung auf der facialen Fläche identisch ist. Die Verblendkronen mit Porzellanfacette nach Voss, wie sie in Fall 3 zur Anwendung kamen, erwiesen sich trotz der Metallschneidekante als kosmetisch gut, was nicht zuletzt auf das zahnähnliche Aussehen der hochglanzgebrannten Facetten zurück-

zuführen ist. Durch das Einsetzen der Facetten mit Resinzement in die Metallfassung konnte ein guter Halt derselben erreicht werden. Dabei wirkte sich die völlige Bedeckung des Stumpfes und der Stufe mit Metall sehr vorteilhaft aus, da durch diese Maßnahme das als pulpenschädlich bekannte Resinzement nicht mit dem Zahnstumpf in Berührung kommen kann. In diesem Falle spielte dieses Moment allerdings keine Rolle, da beide Zähne devitalisiert waren. Die Stiftaufbauten aus Palapont und Golddraht waren wie in Fall 1 ausreichend stabil. Das Angießen der Platinfolie an die Goldlegierung (Degulor M) bereitete keine Schwierigkeiten. Die Verwendung von Goldknopfzähnen mit breitem Zahnhals, wie Voss es empfiehlt, war sehr vorteilhaft, da die Blende auch in diesem Bereich bis in die Approximalräume ausgedehnt werden konnte.

Bei Fall 5 kamen die beiden mit eingepreßtem Kunststoff versehenen Verblendkronen nach Mathé und Staegemann in kosmetischer Hinsicht nicht ganz an die beiden mit Porzellan verkleideten Verblendkronen nach Voss heran. Die Bedeckung der facialen Fläche des Stumpfes mit Metall, wie es in den Fällen 2, 3, 4 und 5 geschah, erwies sich als kein kosmetischer Nachteil, da die Blende facial am dicksten ist, während die Goldunterlage an den Übergangsstellen zu den approximalen Flächen, wo die Blende dünner wird, ohnehin aus Stabilitätsgründen in Kauf genommen werden muß, wie es auch bei Fall 1 notwendig war. Da die Goldunterlage aber auch durch diese dünneren Stellen kaum durchscheint, ist dies bei den dickeren Stellen, also an der facialen Fläche, erst recht nicht zu befürchten. Der Vorteil des facialen Fensters im Metallgerüst dürfte daher in erster Linie in der Vermeidung eines größeren Substanzopfers liegen. Statisch erwiesen sich alle 4 Kronen als gleichwertig. Die Herstellung der Staegemann-Krone erforderte etwas mehr Zeit als die Herstellung der übrigen Kronen, obwohl natürlich das sorgfältige Ausschleifen einer Porzellanfacette auch eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt. Die nicht verblendeten Schneidkanten, sowie die daraufliegenden Kappchen der anschließend angefertigten, starr gelagerten Teilprothese wurden von der Patientin nicht als störend empfunden. Die Klammerretention an der Krone von  $\overline{4/}$  war ebensogut, wie die in Fall 3 erwähnte. Für grazile Unterkiefer-Frontzähne ist die Anwendung solcher Verblendkronen allerdings nicht immer zu empfehlen, da diese Zähne ein derartiges Substanzopfer, besonders das Anlegen einer facialen Schulter, nicht in allen Fällen ohne Pulpenschädigung überstehen dürften.

Ad II: Die Modellierung von Metallgerüsten für Verblendkronen mit den Kunststoffen Palavit G und Dura Lay nimmt zwar etwas mehr Zeit in Anspruch als die Modellierung mit Wachs, wiegt diesen Nachteil jedoch durch verschiedene Vorteile wieder auf, denn sie garantiert eine genaue Paßform, da sich das Modell nach der Erhärtung des Kunststoffes nicht mehr verzieht. Die Dicke des Kunststoffes läßt sich bei einiger Übung leicht abschätzen. Die Oberfläche des gegossenen Metalles war ebenso glatt wie die Oberfläche des Kunststoffmodelles. Das

Arbeitsmodell muß gegen das Palavit G bzw. Dura Lay allerdings besser isoliert werden als gegen Wachs, da beide Kunststoffe eine große Haftfähigkeit besitzen, was auch Westphal bestätigt. Zwischen dem Dura Lay und dem Palavit G besteht so gut wie kein Unterschied. Es entstand nur manchmal der Eindruck, daß das Dura Lay etwas leichter gegenüber anderen Materialien zu isolieren ist, also eine etwas geringere Haftfähigkeit besitzt, als das Palavit G, was aber kaum eine Rolle spielt.

Die direkt in das Metallgerüst einpolymerisierte Blende hatte einen weit- aus besseren Halt als die einzementierten Porzellan- und Kunststoffacetten. Am besten ist er natürlich, wenn die Blende die Metallunterlage ganz umfaßt, wie es bei der Dreiviertel-Fingerhutkrone der Fall ist. Wählt man eine Blende, die einzementiert werden muß und will man die Rückenplatte mit Kunststoff modellieren, so ist es zweckmäßig, Porzellanfacetten zu verwenden, da diese leichter gegen das Autopolymerisat isoliert werden können als Kunststoffacetten und daher eine dünnere Zementschicht ermöglichen, was zur Folge hat, daß für die Krone etwas weniger Platz benötigt wird. Die Farbgebung ist natürlich bei der Verwendung von fabrikfertigen Kunststoff- und Porzellanzähnen wesentlich erleichtert, was auch der Ansicht Ranks entspricht.

Die Schichtdicke des Befestigungszementes ist abhängig von der Wahl des Modellierungs- und Verblendungsmaterials. Der Zwischenraum zwischen Metallunterlage und Blende ist bei einpolymerisierter Blende am geringsten; hier kann man allerdings nicht von einem eigentlichen Befestigungsmaterial sprechen, sondern nur von einem Abdeckmittel, das lediglich ein Durchscheinen des Metalls verhindern soll. Makroskopisch überhaupt nicht zu sehen war ein Spalt bei Verzicht auf ein Abdeckmittel und bei Anwendung von Decklack. Es folgten der Opaker, die Farbe aus dem Palapontfarbkasten und das Kunststoffzementgemisch von Mathé, das den breitesten Spalt dieser Versuchsreihe ergab.

Bei der Dreiviertel-Fingerhutkrone war der Befestigungszement relativ schmal, da die modellierte Mantelkrone aus Wachs gegen den Stumpf nur dünn (mit Öl) isoliert werden muß. Bei den Verblendkronen mit einzementierter Blende war die Schicht des Befestigungsmaterials erheblich breiter. Am breitesten war sie bei der Verwendung einer Kunststoffacette und einer modellierten Kunststoffrückenplatte, da die Kunststoffacette sehr stark mit Isolierfett bestrichen werden mußte, um von der Kunststoffrückenplatte wieder abgehoben werden zu können. Eine Isolierung mit Vaseline oder Öl, wie sie Geiger angibt, genügte hier nicht, da in diesem Falle beim Abheben entweder die Facette oder die Kunststoffrückenplatte brach. Bei den hochglanzpolierten fabrikfertigen Kunststoffschalen ist keine so starke Isolierung notwendig.

Bedeutend geringer war der Spalt bei der Anwendung von Porzellanfacetten - es spielte keine Rolle, ob es sich um eine fabrikfertige Schale oder um einen selbst ausgeschliffenen Goldknopfzahn handelte - und einer Rückenplatte sowohl aus Kunststoff als auch aus Wachs und einer Kunststoffacette (sowohl einer

fabrikfertigen Schale als auch einem selbstausgeschliffenen fabrikmäßigen Kunststoffzahn) und einer Rückenplatte aus Wachs, da in letzterem Fall keine so starke Isolierung notwendig ist als bei der Verwendung einer Kunststoffacette und einer Kunststoffrückplatte. Die Breite des Zementspaltes war in all diesen Fällen beinahe gleich.

Als bestes Abdeckmaterial erwies sich das Gemisch von 50 Teilen Kunststoffs pulver und 50 Teilen Zementpulver, angerührt mit Zementflüssigkeit. Weiterhin war folgende abfallende Reihe gegeben: Die Farbe aus dem Palapontfarbkasten, der Opaker, der Decklack der Firma Kulzer und der Versuch, ohne Abdeckmaterial nach der üblichen und nach der Schroederschen Polymerisationsmethode. Mathé kam in seiner Versuchsreihe zu demselben Ergebnis. Er verwendete mit Ausnahme des Decklackes und des Kunststoff-Zementgemisches allerdings andere Materialien als es hier der Fall war.

Die Versuche mit verschiedenen Isolierungsmitteln bei verschiedenen Polymerisationsmethoden ergaben nur bei der Methode von Schroeder als absolute Notwendigkeit die Verwendung von Zinnfolie. Eine Isolierung mit Zellophan, Polyäthylenfolie oder Fenix genügte hier nicht. Bei der Methode von Freitag und der einfachen Polymerisationsmethode ergab die Isolierung mit Zellophan, Polyäthylenfolie oder Fenix, das auch von Holzhausen recht gut beurteilt wird, keine Farbveränderung gegenüber der Farbe des mit Zinnfolie isolierten Kunststoffes oder der Farbe des Musterzahnes vom Farbring, im Gegensatz zu den Versuchen von Holzhausen, Ferguson, Pfaffenberger und Schoonover, die allerdings auch andere Ersatzmittel mit der Zinnfolie verglichen.

Zum Schluß verbleibt mir noch die angenehme Aufgabe, Herrn Professor Dr. H. van Thiel für die Überlassung des Themas und für seine freundliche Unterstützung bei dessen Bearbeitung meinen herzlichsten und ergebensten Dank auszusprechen.



# LITERATURVERZEICHNIS

1. Allen, D. C.: z. n. Mathé
2. Allen, J.: z. n. Major
3. Aldor, St.: z. n. Rank
4. Altmeyer, H.: "Die Blendkrone"  
DZW 1938 Nr. 25
5. Baumgarten: z. n. Mathé
6. Benson: z. n. Mathé
7. Biesalski, G.: "Die Bi-Krone"  
DZZ 1950 Heft 12
8. Brecker, CH.: "Porzellanverblendkronen - eine neue Lösung in der Prothetik"  
ZR 1957 Heft 16
9. Bumiller, O. E.: "2 neue Mundkrankheiten - Palapontgingivitis"  
DZZ 1952 Heft 14
10. De Chemant: z. n. Rank
11. Conod, H. B.: "Festsitzende Schienungen"  
DZZ 1957 Heft 12
12. Conod, H. B.: "Das Kunststoff-Wachungsverfahren zur präzisen und einfachen Herstellung der Gußform für Vollkronen, Verblendkronen u.a."  
DZZ 1957 Heft 10
13. Cournant: z. n. Mathé
14. Coutif, G.: z. n. Mathé
15. Davis, M. C.: z. n. Schroeder
16. Delabarre: z. n. Major
17. Dolder: z. n. Hofmann
18. Driak: z. n. Hofmann
19. Drum, W.: "Alte und neue Verfahren der Dentalkeramik"  
Quintessenz 1958 Heft 3

20. Drum, W.: "Dura Lay statt Gußwachs"  
Quintessenz 1956 Heft 6
21. Duchateau: z. n. Rank
22. Egli, A.: "Das Verhalten des lebenden Gewebes gegenüber Palapont und Porzellan"  
SSO 1943
23. Ehrlicke, A.: "Die funktionelle Porzellanbalkenbrücke"  
DZMK 1935 Heft 10
24. Esser: z. n. Koller
25. Faesch, E.: "Die armierte Porzellankrone"  
ZR 1936 Nr. 1
26. Faesch, E.: "Verbesserungen und Vereinfachung der Technik der armierten Porzellankrone"  
ZR 1936 Nr. 37
27. Faesch, E.: "Die Drahtnetzarmierten Porzellankronen"  
ZR 1938 Nr. 36
28. Falck, K.: "Einführung in die Werkstoffkunde für Zahnärzte" 2. erweiterte Auflage  
Carl Hanser Verlag München
29. Fauchard: z. n. Rank
30. Feil A.: "Verblendkronen für Prämolaren und Eckzähne"  
Quintessenz 1960 Heft 1
31. Fehr, C. U.: z. n. Hofmann
32. Ferguson, W., Pfaffenbarger, G. W., Schoonover, C.: "Nachteile der Zinnfolien-Ersatzmittel bei der Verarbeitung von Kunstharz"  
Quintessenz 1950 Heft 5
33. Flaschentreher, M. H.: "Praktische Hinweise für die Herstellung von Jacketkronenbrückengerüsten"  
ZWR 1956 Heft 8
34. Földvári, Huszár: "Aesthetische Kronen für untere Seitenzähne"  
DZZ 1950 Heft 11
35. Fonzi: z. n. Rank

36. Frank: "Facettenkronen nach Frank"  
DZW 1939 Heft 10
37. Freitag H.: "Die Unterschiede zwischen Porzellan-  
und Kunststoffzähnen"  
DDZ 1953 Heft 24
38. Freitag, H.: "Vergütung dentaler Kunststoffe"  
DDZ 1957 Heft 12
39. Freivogel, H.: "Bericht über Permadent"  
DDZ 1957 Heft 3
40. Freivogel, H.: "Zahnersatz aus Porzellan und Platinmetall"  
DDZ 1957 Heft 11
41. Fritsch: "Das Stützgerüst für die Kunststoffbrücke"  
DDZ 1946 Heft 3
42. Fröhlich, E.: z. n. Langer
43. Frondizi: z. n. Mathé
44. Fürst, R.: z. n. Langer
45. Gatzka, K.: "Vorläufiger Bericht über ein neues Arbeits-  
verfahren in der Dentaltechnik"  
DDZ 1953 Heft 20 (z. n. Voss)
46. Geier, W.: "Gibt es eine Palapont-Gingivitis?"  
DZZ 1952 Heft 22
47. Geier, W.: "Gold oder Stahl, Porzellan oder Kunststoff"  
ZW 1957 Dez.-Heft
48. Geiger, G.: "Selbsthärtende Kunststoffe in der Gußtechnik"  
ZP 1959 (15.2.)
49. Gins, H.: "Erfahrungen eines jungen Zahnarztes in den  
USA"  
ZR 1955 Heft 24
50. Glück: z. n. Rank
51. Gonon, P., Le Chanjour, Y.: "Es ist zu früh, die Porzellan-Jacketkrone auf-  
zugeben"  
Quintessenz 1953 Heft 4
52. Gottfriedsen, I. P.: "Die Dura-Blendfarbe in der Kronen und  
Brückentechnik"  
ZP 1958 (15.7.)

53. Grabkowitz, H.:  
"Eine einfache Methode zur Herstellung von  
facettierten Kronen bei Brückenarbeiten in  
Gold und rostfreiem Stahl"  
Österreichische Zeitschrift für Stomatologie  
1950 Heft 3
54. Hattemer jr.:  
"Bayerischer Zahnärztetag 1960"
55. Häupl, K.:  
"Lehrbuch der Zahnheilkunde"  
Band 2 Verlag Urban und Schwarzenberg  
München-Berlin  
z. n. Hofmann  
z. n. Voss
56. Heintz, U.:  
"Zur Verblendkrone"  
DDZ 1955 Heft 17
57. Heintz, U.:  
"Kronen im Frontzahnggebiet auf vitalen  
Zähnen"  
ZP 1953 (1.2.)
58. Heintz, U.:  
"Kosmetisch einwandfreie Brückenstützpfeiler  
im Frontzahnggebiet unter Pulpenerhaltung"  
ZR 1931 Nr. 38 und Nr. 46
59. Hejcmann:  
z. n. Mathé
60. Hillemann:  
z. n. Langer
61. Hildebrandt, C.:  
z. n. Langer  
z. n. Geier
62. Hofmann, M.:  
"Erfahrungen mit kunststoffverkleideten Kronen  
und Brückenkonstruktionen"  
DZZ 1958 Heft 9
63. Hollenback:  
z. n. Gins
64. Holzhausen, B.:  
"Die Isoliermittel bei der Kunststoffverarbei-  
tung"  
Quintessenz 1955 Heft 9
65. Hovestad:  
z. n. Klughardt  
z. n. Proell
66. Hruska, A. jr.:  
"Die inkorporierte mehrgliedrige Prothese, die  
sog. festsitzende Brücke"  
Carl Hanser Verlag München

67. Hupfauf, L.: "Das Modellieren von Funktionskronen mit selbsthärtenden Kunststoffen"  
DDZ 1958 Heft 12
68. Janke, G.: "Probleme der Kunststofftechnik"  
DDZ 1953 Heft 20
69. Jantzen, J.: "Brückenanker im Frontzahngebiet"  
DDZ 1955 Heft 11
70. Jantzen, J.: "Bayerischer Zahnärztetag 1960"
71. Jenkins: z. n. Rank
72. Jesenský, J.: "Facettenkronen aus Palapont"  
ZR 1941 Nr. 32
73. Kirsten, H.: "Gegossene Kronenarbeiten"  
DDZ 1953 Heft 18
74. Kirsten, H.: "Erfolg und Mißerfolg beim Kronen- und Brückenersatz"  
ZR 1951 Nr. 12
75. Klaffenbach: "Zur Frage des festsitzenden Brückenersatzes"  
ZR 1952 Heft 17
76. Van der Klei: "Die Kombination von Jacketkrone und Gold-  
kappe bei Brückenstützpfeilern"  
ZR 1931 Nr. 41
77. Klughardt, A.: "Die zahnärztlichen Brückenarbeiten im  
Blickfeld der Kritik"  
ZW 1951 Nr. 7
78. Klein, G.: z. n. Schroeder
79. Knappwost: z. n. Janke
80. Koller, K. Ch.: "Zahnersatz durch Kronen, Brücken und par-  
tielle Prothesen" 2./3. Vollständig umgear-  
beitete Auflage  
Verlag für medizinische Wissenschaften  
Wilhelm Mandrich Wien-Bonn 1954
81. Kovaleski, T.: "Herstellung einer Goldkrone mit Acrylatfa-  
cette"  
Quintessenz 1956 Heft 2 (1. Teil)

82. Kovaleski, T.: "Herstellung einer Goldkrone mit Acrylat-facette"  
Quintessenz 1956 Heft 3 (2. Teil)
83. Kovaleski, T.: "Konstruktion einer Goldschulter für eine Porzellan-Jacketkrone"  
Quintessenz 1956 Heft 4
84. Krampera: SSo 1946 (z. n. Rank)
85. Lakermance z. n. Drum
86. Land: z. n. Lewald
87. Langer, H.: "Facettierte Kronen"  
Österreichische Zeitschrift für Stomatologie 1952 Heft 7
88. Langer, H.: "Kunststoff- und Keramikkrone"  
Österreichische Zeitschrift für Stomatologie 1952 Heft 7
89. Lengfeld, H. G.: "Zum Thema: Verblendkrone"  
DDZ 1955 Heft 20
90. Lengfeld, H. G.: "Die Gerüstkrone"  
DDZ 1954, Heft 5
91. Lenk: z. n. Rank
92. Leuberg: z. n. Voss
93. Lewald: "Porzellanfurnier oder Fingerhutkrone"  
ZR 1931 Nr. 17
94. Loewenstein, H.: "Facettenkrone mit Porzellanfacette"  
DZZ 1952 Heft 13
95. Loos: z. n. Klughardt  
z. n. Proell
96. Lorenz, K.: "Erfahrungen und Versuche mit Kunststoffen"  
ZR 1949 Heft 11
97. Lundquist, G., Gottfriedsen, I. P.: ZP 1957 (15.4.)
98. Major, E.: "Über die Verwendungsmöglichkeiten des Hejmann-Emaillierungsverfahrens in der zahnärztlichen Prothetik"  
Zeitschrift für Stomatologie 1935 Heft 15

99. Mathé, L. G.: "Die Hejmann-Krone"  
DZW 1932
100. Mathé, L. G.: "Über die Hejmannsche Emaillekrone"  
DZW 1933
101. Mathé, L. G.: "Kunststoffe bei Kronen und Brücken"  
Verlag Urban Schwarzenberg München-Berlin  
z. n. Voss  
z. n. Reumuth  
z. n. Heintz
102. Menzel: z. n. Tanzer
103. Miller, J. F.: "Brücken aus Gold und Kunststoff"  
Quintessenz 1951 Heft 1
104. Mitchell: "Dent. Cos. 1935 (z. n. Rank)"
105. Müller: "Österreichische Zahnärztetagung"  
DDZ 1954 Heft 12
106. Müller: "Silka für Stützgerüste"  
DZZ 1946 Heft 14/15
107. Münch, C. F.: "Kosmetische Perfektion der Kunststoffbrücken"  
DDZ 1957 Heft 7
108. Modrach: z. n. Tanzer
109. Moulton: z. n. Voss
110. Mouton: z. n. Rank
111. Neuls, P.: "Die Verblendkrone nach der Bonner Methode"  
DZZ 1955 Heft 1 z.n. Voss
112. Ochmann, E.: "Praxiserfahrungen mit dem neuen Modellier-  
Werkstoff für Gußzwecke, Palavit G"  
ZWR 1958
113. Pfeiffer, H.: "Neuerungen in der zahnärztlichen Technik"  
DZZ 1947 Heft 21/22
114. Philipp, S.: "Eine neue Goldkrone mit Porzellanfront"  
Zeitschrift für Stomatologie 1936 Heft 1
115. Pohl: z. n. Spring
116. Preißecker, O.: "Festsitzender oder abnehmbarer Zahnersatz?"  
DZZ 1953 Heft 18

117. Proell, F.: "Ersatz einzelner Frontzähne"  
Deutscher Zahnärztekalendar 1949
118. Proell, F.: "Neuerungen in der zahnärztlichen Technik"  
DZZ 1947 Heft 15
119. Rank, A.: "Klinische Erfahrungen bei Kronen- und  
Brückenarbeiten: III. Die Facettenkronen"  
ZW 1952 Nr. 2
120. Rank, A.: "Brückenanker und Brückenzwischenglieder"  
ZR 1950 Heft 12
121. Rank, A.: "Gegen den einfachen Stiftzahn"  
ZR 1949 Heft 11
122. Rank, A.: "Die Facettenkrone" Vierteljahresschrift  
für Zahnheilkunde 1926
123. Rank, A.: "Die Hohlfacetten aus Kunststoff bei Kronen  
und Brückenarbeiten"  
ZR 1952 Heft 13
124. Reichenbach, E.: "Tagungsbericht"  
ZR 1957  
z. n. Hofmann  
z. n. Spring  
z. n. Thielemann
125. Rehberg: z. n. Holzhausen
126. Reumuth, E.: "Die Kunststoff-Blendkrone"  
DZZ 1950 Heft 6
127. Reumuth, E.: "Kritik und Bewährung von Brückenankern  
auf vitalen Pfeilern"  
ZR 1955 Heft 10
128. Reumuth, E.: "Tagungsbericht"  
ZR 1957  
z. n. Voss
129. Ring, A. L.: "Lohnt es sich noch, keramische Arbeiten  
herzustellen?"  
RZ 1952 Heft 17
130. Rink, G.: "Vitale Zähne als Brückenanker und einige  
Betrachtungen über die Kunststoffe bei ihrer  
Verwendung als Verkleidungsmaterial"  
ZW 1951 (10.4.)

131. Schiller: z. n. Langer
132. Schlampp, H.: "Neuzeitliche Brückenanker an vitalen Pfeilem"  
DZW 1939 Nr. 17
133. Schmidt, H.: "Stiftzahn oder Vollkrone"  
ZR 1949 Heft 3
134. Schmitt, K.: "Der Kunststoff als Verkleidungsmaterial".  
"Seine Verwendung für Kronen und Brücken-  
arbeiten und seine Verfärbung".  
ZP 1954
135. Schnur, J.: "Die emaillierte Krone nach Hejmann"  
ZR 1934 Nr. 43
136. Schröder, H.: z. n. Rank  
z. n. Klughardt
137. Schroeder, A.: "Dreivierteil-Fingerhut als Anker für Jacket-  
kronenbrücken"  
SSO 1957 Heft 4
138. Schroeder, A.: "Kunststoff in der Kronen- und Brücken-  
prothetik, unter besonderer Berücksichtigung  
der Verblendkronen"  
DDZ 1958 Heft 16
139. Schwartz, I. R.: z. n. Langer  
z. n. Rank
140. Schwarz, A.: "Palapontverwendungsmöglichkeiten"  
DDZ 1946 Heft 12
141. Schwarz, A.: "Palapontverwendungsmöglichkeiten"  
DDZ 1948 Heft 15/16
142. Seelinger: z. n. Mathé
143. Selbach, F.: "Theoretische und praktische Kunststoff-  
probleme"  
DZZ 49 Heft 22
144. Sendtner, K.: "Die Ablehnung der labial offenen und  
Empfehlung einer geschlossenen Verblend-  
pfeilerkrone"  
DDZ 1954 Heft 12

145. Sendtner, K.:  
"Das Palapont"  
Berlinische Vertragsanstalt Dr. Eugen Ottow  
z. n. Hofmann  
z. n. Langer  
z. n. Reumuth
146. Sikora:  
z. n. Hofmann
147. Singer, F.:  
"Eine neue Art der Verblendkrone"  
DDZ 1957 Heft 3
148. Singer, F., Peukert, R.:  
"Retention der Kunststoffacetate bei Verblend-  
kronen"  
Quintessenz 1956 Heft 1
149. Singer, F.:  
"Tagungsbericht"  
ZR 1957 Heft 2
150. Singer, F.:  
"Moderne Prothetik"  
DDZ 1954 Heft 20
151. Singer, F.:  
"Bayerischer Zahnärztetag 1960"
152. Spiekermann, W.:  
"Verfärbung von Verblendkronen und deren  
Verhütung"  
ZP 1959 (15.10.)
153. Spiekermann, W.:  
"Die Dura-Blendfarbe in der Kronen- und  
Brückentechnik"  
ZP 1958 (15.12.)
154. Spiekermann, W.:  
"Kronen und Brücken aus Kunststoff"  
DDZ 1957 Heft 12
155. Spreng, M.:  
"Mitteilungen über Auflösungserscheinungen  
am Kunststoff Palapont"  
SSO 1943 Heft 4
156. Spring, K.:  
"Ein Brückenanker für sichtbare vitale Zähne  
des Oberkiefers"  
Zeitschrift für Stomatologie 1937 Heft 17
157. Staegemann, G.:  
"Schnellhärtende Kunststoffe revolutionieren  
einige Gußverfahren"  
ZR 1957 Heft 13
158. Staegemann, G.:  
"Eine neuartig facettierte Krone"  
DDZ 1945 Heft 14  
z. n. Voss

159. Stahl, E.: "Das Kunststoff-Wachungsverfahren zur präzisen und einfachen Herstellung der Gußform für Vollkronen, Verblendkronen u.a. Gußarbeiten" DDZ 1958 Heft 9
160. Stahl, E.: "Verblend-, Teilverblend- und Halbkronenpräparationen speziell für ringlose Abdrucknahme nach dem Doppelabdruckverfahren" DDZ 1958 Heft 7
161. Stanton: z. n. Rank
162. Strack, R.: "Für und wider den Kunststoff" 1. Teil DZZ 1947 Heft 4
163. Strack, R.: "Für und wider den Kunststoff" 2. Teil DDZ 1947 Heft 5
164. Strack, R.: "Für und wider den Kunststoff" 3. Teil DDZ 1947 Heft 7/8
165. Strack, R.: "Für und wider den Kunststoff" 4. Teil DDZ 1947 Heft 11
166. Streich: z. n. Strack
167. Swann: z. n. Langer
168. Tanzer, G.: "Metallfrontzahnbrücke mit Kunststoffzähnen" ZP 1958 (1.3.)
169. Van Thiel, H.: "Die Methodik des festsitzenden Zahnersatzes" DZZ 1954 Heft 13  
z. n. Voss
170. Van Thiel, H.: "Prothesenhygiene". Deutscher Zahnärztekalendar 1961
171. Thielemann, K.: "Facettenkrone, abgeänderte Blendkrone" DZZ 1951 Heft 9
172. Tinker: z. n. Koller  
z. n. Klughardt
173. Tuttle: Il. of Int. 1914 (z. n. Rank)
174. Uhlig, H.: "Kritische Gedanken zum festsitzenden Zahnersatz" DZZ 1953 Heft 18  
z. n. Hofmann

175. Urban: z. n. Mathé
176. Vathauer, F.: "Die Kappenkrone, ein neuer Brückenanker im Frontzahnbereich des Oberkiefers bei Erhaltung der Vitalität der Pulpa"  
(Auszug aus der Dissertation)  
DDZ 1952 Heft 15
177. Vest, G.: "Lehrbuch der zahnärztlichen Kronen- und Brückenprothetik"  
Band 1 Kronenprothetik  
Verlag Birkhäuser Basel
178. Vollmar, J.: "Keramik und Kosmetik. Jacketkronen aus Porzellan oder Kunststoff?"  
DZZ 1954 Heft 13
179. Vollrath, I. W.: "Das Stützgerüst für die Kunststoffbrücke"  
DZZ 1946 Heft 11
180. Voss, R.: "Untersuchungen über die Verblendkrone und ihre mechanische Widerstandsfähigkeit"  
ZR 1957 Heft 13
181. Voss, R.: "Kritische Beurteilung der Verblendkronen und ein eigenes Verfahren unter Benutzung einer Porzellanblende"  
ZR 1957 Heft 6
182. Wannenmacher, E.: z. n. Hofmann
183. Webb: Dent. Cos. 1872 (z. n. Rank)
184. Wehlau: z. n. Rank
185. Weinstein, A. B.: z. n. Freivogel
186. Weiser, R.: "Selbstgebrannte Facetten für Kronen und Brücken"  
Zeitschrift für Stomatologie 1923 Heft 15
187. Werckenthin: z. n. Langer
188. Westphal, A.: "Dura Lay, ein neues Abdruckmaterial auf Kunststoffbasis"  
DZZ 1958 Heft 13
189. Wood: "Dent. Cos. 1862"  
(z. n. Rank)

190. Wunderer jr.: z. n. Langer
191. Wupper, H.: "Zum Thema: Verblendkrone"  
DDZ 1956 Heft 1
192. Wupper, H.: "Eine neue Form der Verblendkrone, insbesondere als Schienungselement für Frontzähne des Unterkiefers."  
ZWR 1957 (10.6.)
193. Zukunft, D.: "Die Kunststoffblendkrone"  
ZP 1953 (15.4.)  
z. n. Voss

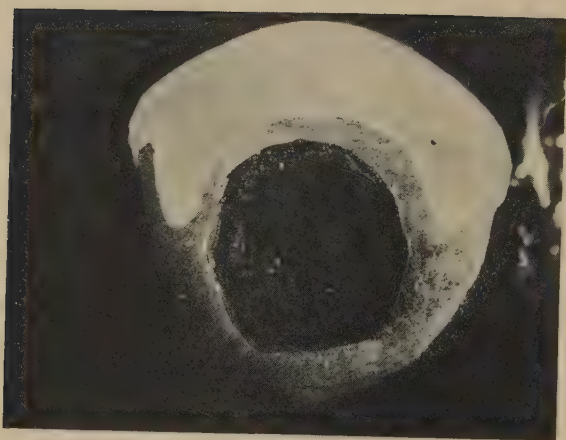


BILD 1: Verblendkrone mit eingepresster Kunststoffblende und des von MATHE empfohlenen Abdeckmittels, das als helle Zwischenschicht zwischen Metallgerüst und Blende deutlich zu erkennen ist. (30-fache Vergrößerung).

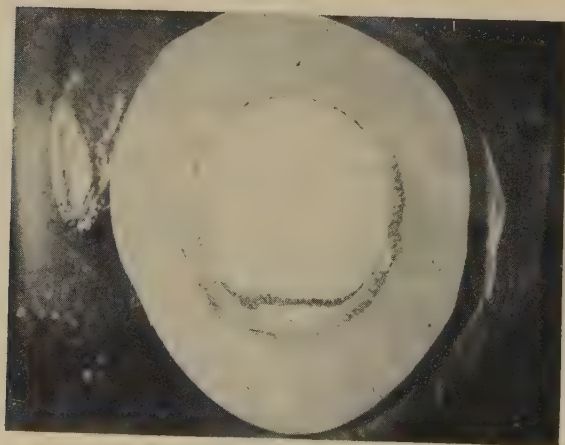


BILD 2: Dreiviertelfingerhutkrone nach SCHROEDER. Hier ist nur auf der bukkalen Seite (auf dem Bild oben) ein schmaler Zementspalt zu erkennen. (30-fache Vergrößerung).

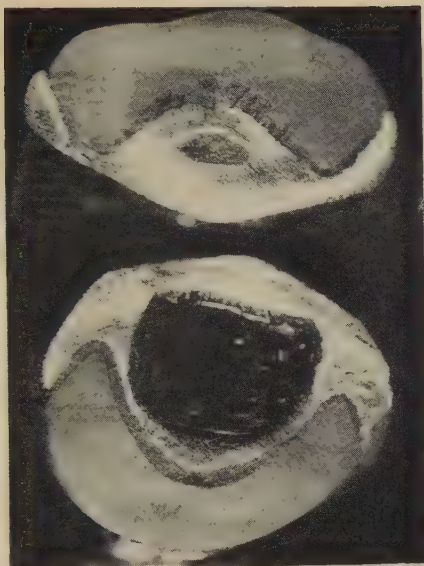


BILD 3: Verblendkrone mit ausgeschliffener Kunststoffacetate. Die Rückenplatte wurde aus Palavit G modelliert. Das Befestigungszement ist als dunkle Zwischenschicht zu erkennen. (30-fache Vergrößerung).



BILD 4: Verblendkrone mit ausgeschliffener Kunststoffacetate. Die Rückenplatte wurde in diesem Falle aus Gusswachs modelliert. Die dunkle Zementzwischenschicht ist viel schmaler als auf Bild 3. (30-fache Vergrößerung).

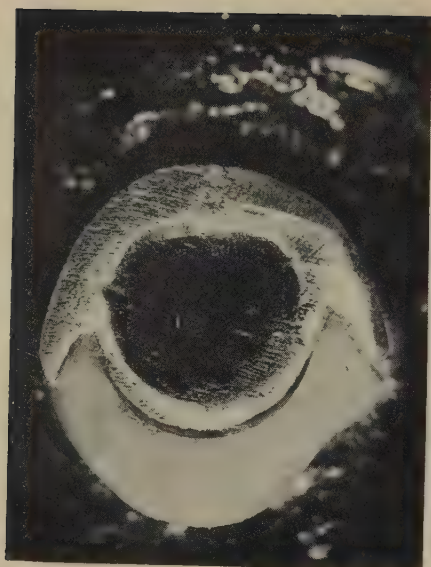


BILD 5: Verblendkrone mit ausgeschliffener Porzellanblende. Die Breite der auf dem Bild sehr dunklen Zementzwischen- schicht gleicht der auf Bild 4. (30-fache Vergrößerung).

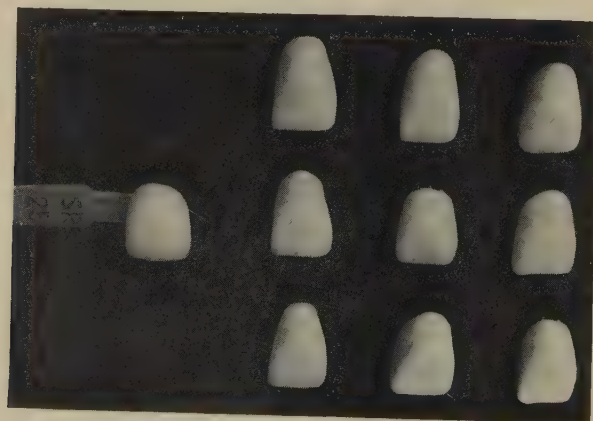


BILD 6: Obere Reihe: Normal polymerisierte Kunststoffzähne. Isolierung mit Zinn- folie (links), Polyäthylenfolie (mitte) und Fenix (rechts).  
Mittlere Reihe: Nach der Methode von FREITAG polymerisierte Zähne. Isolierung mit Zinnfolie (links), Zellophan (mitte) und Fenix (rechts).  
Untere Reihe: Nach der Methode von SCHROEDER polymerisierte Zähne. Isolierung mit Zinnfolie (links), Zellophan (mitte) und Fenix (rechts).  
Diese Zähne wurden aus SR-Kunststoff, Farbe 25, hergestellt.

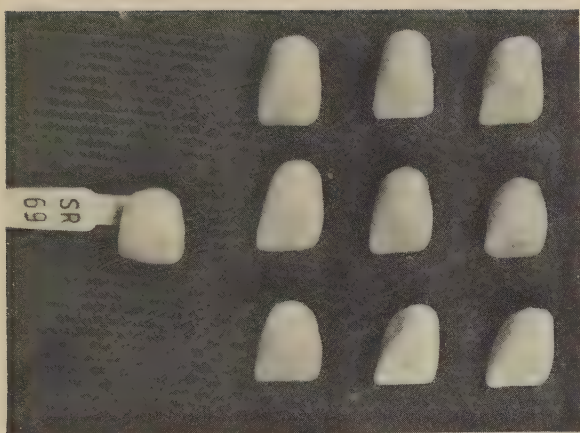


BILD 7: Obere Reihe: Einfach polymerisierte Kunststoffzähne. Isolierung mit Zinnfolie (links), Polyäthylenfolie (mitte) und Fenix (rechts). Mittlere Reihe: Nach der Methode von FREITAG polymerisierte Zähne. Isolierung mit Zinnfolie (links), Polyäthylenfolie (mitte) und Fenix (rechts). Untere Reihe: Nach der Methode von SCHROEDER polymerisierte Kunststoffzähne. Isolierung mit Zinnfolie (links), Zellophan (mitte) und Fenix (rechts). Diese Zähne wurden aus SR-Kunststoff, Farbe 69, hergestellt.



BILD 8: Präparierte Stümpfe, 2/12 mit Stiftaufbauten versehen. Die Dreiviertel-fingerhütchen sind auf 2/2 bereits aufzementiert.

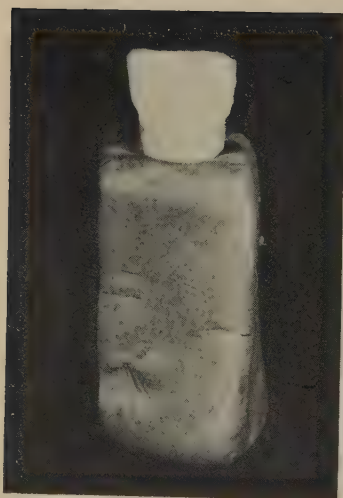


BILD 9: Fertige Verblendkrone nach DAVIS und KLEIN.

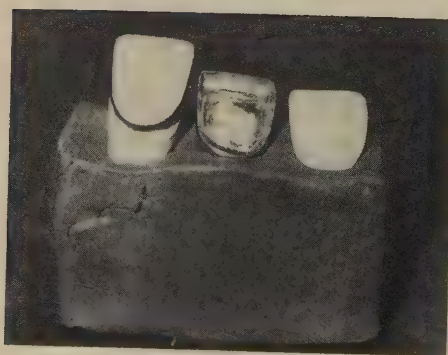


BILD 10: Links: Fertige Verblendkrone nach VOSS.  
Mitte: Gegossene Metallrückenplatte.  
Rechts: Ausgeschliffene Porzellanfacette.

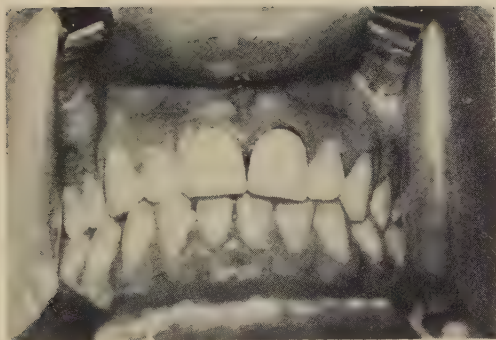


BILD 11: Eingesetzte Verblendkronen nach VOSS auf 1/1.

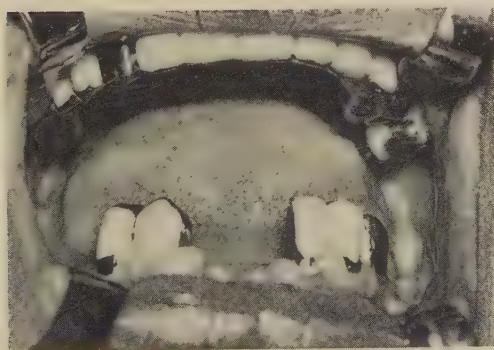


BILD 12: Eingesetzte Verblendkronen auf 43/23.

- 47: Verblendkrone nach VOSS mit höher gelegter Schulter um eine gute Klammerretention zu erhalten.
- 37: Verblendkrone nach MATHE mit Kantenschutz.
- 72: Verblendkrone nach STAEGEMANN.
- 73: Verblendkrone nach VOSS.

## Lebenslauf

Am 7. April 1935 wurde ich, Armin Frank, in Geiselhöring als Sohn des Verwaltungsinspektors Josef Frank und seiner Ehefrau Therese, geb. Grauham, geboren.

Die Volksschule besuchte ich von 1941 bis 1946 in Geiselhöring. Das humanistische Gymnasium in Metten besuchte ich von Mai 1946 bis Juli 1953. Dort habe ich am 14. Juli 1953 auch das Abitur abgelegt.

Im Wintersemester 1953/54 immatrikulierte ich mich an der Universität München für das Zahnmedizinische Studium und legte 1955 die Zahnärztliche Vorprüfung ab. Nach bestandenem Staatsexamen erhielt ich am 27. September 1958 die Bestallung zum Zahnarzt.

Seit 1. April 1959 bin ich als Assistenzarzt an der prothetischen Abteilung der Universitätszahnklinik tätig. Seit 1.10.1960 bin ich dort mit der Verwaltung der Dienstgeschäfte eines Wissenschaftlichen Assistenten beauftragt.

München, im September 1961







